

Universidade Federal de Sergipe

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA – DECO

Rayanne Maria Santos Soares

Áreas prioritárias para a conservação da Mata Atlântica: uma  
análise geocológica em Sergipe

São Cristóvão

2019.2



Universidade Federal de Sergipe

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA – DECO

Rayanne Maria Santos Soares

Áreas prioritárias para a conservação da Mata Atlântica: uma  
análise geoecológica em Sergipe.

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao Departamento de  
Ecologia da Universidade Federal  
de Sergipe como parte dos requisitos  
para obtenção do título de Bacharel  
em Ecologia, desenvolvido sob a  
orientação da Profa. Dra. Myrna  
Friederichs Landim.

São Cristóvão

2019.2

## **AGRADECIMENTOS**

Na vida nem sempre as coisas acontecem como desejamos, algumas vezes precisamos de um tempo para achar nosso caminho e as pessoas que estão ao nosso lado nestes momentos de dificuldade nem sempre enxergam sua importância em nossas vidas, mas sem elas eu não seria quem sou hoje e não chegaria aonde cheguei. Desta forma, gostaria de agradecer primeiramente a Deus por sempre olhar por mim, mesmo quando eu achava que não merecia, e depois a minha mãe, dona Maria Edenilza dos Santos (tia Iza para os demais), uma mulher batalhadora, guerreira, minha maior inspiração de vida, uma mulher que mesmo sozinha criou três filhos e nunca nos deixou faltar nada, nos proporcionou algo que muitos não têm acesso (uma educação de qualidade) e sempre nos incentivou a buscar um futuro melhor baseado nos estudos, obrigada mãe.

Agradeço a minha orientadora Dr<sup>a</sup> Myrna Friederichs Landim, que depois da minha mãe, foi a mulher que mais inspirou no âmbito profissional e pessoal na vida, agradeço sempre por toda paciência, carinho, cuidado, preocupação e principalmente pelos puxões de orelha que me tornará, com toda certeza, uma profissional melhor. Ao meu companheiro Anderson obrigada por todo apoio, principalmente nos momentos em que eu achei que não ia conseguir e só queria desistir de tudo, obrigada por sempre enxergar o melhor em mim, mesmo quando eu mesma não conseguia enxergar.

Quero agradecer também aos meus irmãos (Arthur e Cauan), a todos os professores do departamento de ecologia (DECO) por toda contribuição acadêmica, ao pessoal da GeoFortes (Bruno, Sara, Fabricio, Sofia e Rafaella) pelas oportunidades de aprendizado e todo carinho e aos demais amigos e familiares pelo apoio.

Obrigada!

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1: Localização da área de estudo, município de Santo Amaro das Brotas, Sergipe. Fonte: Landsat 8, 2015. ....</b>	<b>8</b>
<b>Figura 2: Variação temporal da cobertura dos remanescentes de Mata Atlântica no município de Santo Amaro das Brotas, Sergipe .....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 3: Área de cultivos agrícolas desenvolvido em Santo Amaro das Brotas-SE no período e 1974 a 2017. Fonte: IBGE, 2019 .....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 4: Áreas de Preservação Permanente (APP) definidas pelo Cadastro Ambiental Rural (CAR, 2019), em Santo Amaro das Brotas, Sergipe .....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 5: Exemplos de Áreas de Preservação Permanente (CAR, 2019) destinadas à proteção dos recursos hídricos do município de Santo Amaro das Brotas, Sergipe. ....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 6: Identificação das Áreas de Proteção Permanente (APP) em Santo Amaro das Brotas, Sergipe: a) Áreas de declividade; b) Localização dos fragmentos florestais em áreas sob diferentes graus de declividade.....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 7: Distribuição de Reservas Legais e remanescentes florestais em Imóveis Rurais registrados no Cadastro Ambiental Rural (CAR, 2019), no município de Santo Amaro das Brota, Sergipe. ....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 8: Exemplos de áreas de Reserva Legal (RL) em imóveis registrados no Cadastro Ambiental Rural (CAR, 2019), no município de Santo Amaro das Brotas, Sergipe: a) RL aprovados(mas ainda não aprovada) que não engloba remanescentes florestais; b) RL possui a maior parte da sua área sem remanescentes florestais protegidos .....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 9: Exemplos de áreas de Reserva Legal em Imóveis Rurais registrados no Cadastro Ambiental Rural (CAR, 2019), no município de Santo Amaro das Brotas, Sergipe, definidas com tamanhos e formatos inadequados à proteção das áreas de remanescentes florestais.....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 10: Exemplos de áreas de Reserva Legal (RL) em imóveis registrados no Cadastro Ambiental Rural (CAR, 2019), no município de Santo Amaro das Brotas, Sergipe, com formatos irregulares e sem destinação a proteção de remanescentes florestais.....</b>	<b>25</b>

<b>Figura 11: Delimitação do Parque Estadual Marituba (SERGIPE, 2020), nos municípios de Barra dos Coqueiros e Santo Amaro das Brotas, Sergipe. ....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 12: Imóveis Rurais presentes no Parque Estadual Marituba em Santo Amaro das Brotas Sergipe que deverão ser desapropriados, em parte ou em sua totalidade. ....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 13:Áreas do município de Santo Amaro das Brotas nas quais foram realizadas inventários da biodiversidade local (cada ponto marca uma região onde coletas de um ou mais espécimes foram realizadas). Fonte: CRIA, 2018.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 14: Fragmentos Florestais selecionados como áreas prioritárias a conservação em Santo Amaro das Brotas, Sergipe. ....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 15: Proposição de Corredores Ecológicos, englobando remanescentes florestais e áreas de Mata ciliar (APPs) como áreas prioritárias para a conservação no município de Santo Amaro das Brotas, Sergipe. ....</b>	<b>34</b>

## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1: Satélites selecionados para análise da conservação florestal em Santo Amaro das Brotas, Sergipe. Fontes: INPE, 2019; UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY, 2019.....</b>	<b>9</b>
<b>Tabela 2: Métricas de paisagem para análise da fragmentação florestal através do software Fragstat. (Fonte; FERNANDES, 2017) .....</b>	<b>11</b>
<b>Tabela 3: Diminuição das áreas florestais nos últimos 40 anos em Santo Amaro das Brotas, Sergipe. Fonte: Landsat 1 (1978); Sentinel - 2 (2018). ....</b>	<b>12</b>
<b>Tabela 4: Variação temporal das áreas de fragmentos de ombrófila e estacional em Santo Amaro das Brotas, Sergipe. Fonte: Landsat 1 (1978); Sentinel - 2 (2018)....</b>	<b>12</b>
<b>Tabela 5: Métricas espaciais destinadas à quantificação das classes de uso solo no intervalo de 1978 a 2018 em Santo Amaro das Brotas, SE. Adaptado de: FERNANDES (2017) .....</b>	<b>13</b>
<b>Tabela 6: Áreas de Preservação Permanente presentes no município de Santo Amaro das Brotas. Fonte: CAR (2019).....</b>	<b>17</b>
<b>Tabela 7: Áreas de Reserva Legal presentes no município de Santo Amaro das Brotas. Fonte: CAR (2019). ....</b>	<b>22</b>

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>1</b>
2.1 Fragmentação da Mata Atlântica .....	1
2.2 Proteção legal da Mata Atlântica .....	2
2.3 Áreas prioritárias para a conservação.....	3
2.4 Uso da geocologia para a conservação.....	4
2.5 Definição de áreas prioritárias na conservação utilizando SIGs.....	4
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>5</b>
Geral.....	5
Específicos .....	5
<b>4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>6</b>
4.1 Área de Estudo .....	6
4.1.1. Análise Geográfica.....	6
4.2 Coleta de dados.....	9
4.2.1. Gestão ambiental.....	9
4.2.2. Seleção das imagens de satélite.....	9
4.3.1. Análise da dinâmica dos fragmentos florestais .....	10
4.3.2. Tratamento estatístico.....	10
4.3.3. Definição das áreas prioritárias a conservação .....	10
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>11</b>
5.1. Análise temporal da área dos remanescentes florestais .....	12
5.2. Análise da fragmentação florestal .....	12
5.2.1. SIG (ArcGIS 10.5).....	12
5.2.2. Métricas de paisagem (Fragstat 4.2).....	13
5.2.3. Impactos das atividades econômicas na fragmentação florestal.....	14
5.3. Análise das áreas protegidas no município.....	17
5.3.1. Áreas de Proteção Permanente (APP) .....	17
5.3.2. Áreas de reservas legais (RL) .....	22
5.3.3. Unidades de conservação .....	26

<b>5.4.</b>	<b>Definição de áreas prioritárias para a conservação .....</b>	<b>28</b>
5.4.1.	Status da conservação da biodiversidade local.....	28
5.4.2.	Seleção dos fragmentos florestais prioritários para a conservação.....	30
5.4.3.	Proposta de áreas prioritárias para a conservação e recuperação da Mata Atlântica de Santo Amaro das Brotas.....	33
<b>6.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>36</b>
<b>7.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>37</b>



## RESUMO

A Mata Atlântica, um dos 25 *hotspots* mundiais de biodiversidade, é a segunda maior floresta pluvial tropical do continente americano. Atualmente, encontra-se distribuída em fragmentos de mata rodeados por áreas totalmente descaracterizadas da sua vegetação original, situação ainda mais grave nos estados do Nordeste brasileiro. Face essa situação, o presente estudo tem como objetivo identificar áreas prioritárias para a conservação dos remanescentes de Mata Atlântica no município de Santo Amaro das Brotas, Sergipe. Para tanto, foi realizado um levantamento de dados referentes à descaracterização dos remanescentes florestais no município com base em imagens dos satélites *Landsat 1* (1978), 5 (1996), 8 (2015) e *Sentinel-2* (2018) e em *shapefiles* presentes no Atlas Digital da SRH (2010) e no CAR, Cadastro Ambiental Rural (2019). Tais dados foram processados nos *softwares* *ArcGis* e *Fragstat*. A análise da fragmentação florestal e do estado de conservação dos remanescentes florestais ocorreu com base nos mapas gerados, para cada um dos anos acima citados, sendo os valores obtidos pelo *software* *ArcGis*. A análise dos dados estatísticos foi feita com os programas *Past* e *GraphPad Prism*, com intervalo de confiança de 95%, tendo sido utilizado o teste de  $X^2$  para identificar diferenças entre as áreas de remanescentes florestais e aquelas utilizadas para cultivos agrícolas e atividades pecuárias entre os anos de 1978 e 2018. Os resultados mostram uma mudança significativa na paisagem ( $x^2 = 3317$ ;  $p < 0,01$ ), a qual, nos últimos 40 anos, sofreu constantes alterações, entre elas o crescimento das áreas destinadas à produção agrícola e pecuária que, neste intervalo de tempo, obtiveram um aumento de quase 130% (1978 a 2018). Em contrapartida, os remanescentes florestais perderam mais de 52% da sua área total. Além disso, o tamanho médio desses remanescentes, também indicativo do grau de fragmentação, apresentou uma marcante diminuição (97%), particularmente no caso dos fragmentos maiores (de 1076 para 477 ha), os quais perderam aproximadamente 56% do seu tamanho total, enquanto fragmentos pequenos tornaram-se ainda menores. Foi constatado, também, que dentre as áreas de conservação previstas por lei, como as áreas de Reserva Legal (RL) e as Áreas de Preservação Permanente (APP), ainda existe um grande problema de efetivação dessas áreas, demonstrado pelo fato de 153 (95,6%) destas reservas legais ainda estarem em fase de “proposta” pelos donos dos imóveis e apenas cinco delas (3,2%) encontram-se averbadas. As APPs demarcadas no CAR encontram-se reduzidas a pequenos fragmentos dispersos (de um total de 318 APPs, 96% tem área maior ou igual a 10 ha e apenas quatro delas possuem área maior que 40 ha). Além disso, nem todas as APPs, como previsto na legislação, como as áreas destinadas a preservação de corpos hídricos, por exemplo, foram demarcadas. Os fragmentos de maior extensão e maior grau de conservação estão localizados em regiões mais elevadas, áreas que dificultam a sua destinação para atividades agrícolas e expansão urbana. Por este motivo, estes fragmentos e aqueles próximos a áreas de RL e APPs foram selecionados como prioritários para a conservação e a implantação de corredores ecológicos, de modo a aumentar a conectividade e o seu potencial de resiliência. Por fim, ressalta-se a necessidade de maior envolvimento dos órgãos gestores e fiscalizadores na tentativa de minimizar a degradação dos remanescentes florestais do município, registrada nesse trabalho.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geoprocessamento; Fragmentação florestal; Variação temporal; Degradação ambiental; Corredores ecológicos.

# **1. INTRODUÇÃO**

Historicamente a fragmentação florestal tem sido uma das principais causas de alteração, tanto na estrutura como nos processos ecológicos de diferentes paisagens (LORD; NORTON, 1990). Desta forma, a fragmentação de habitats, de maneira geral, caracteriza-se por três principais efeitos: aumento no isolamento dos fragmentos, diminuição em seus tamanhos e aumento da suscetibilidade a distúrbios externos, tais como invasão por espécies exóticas ou alterações em suas condições físicas (GENELETTI, 2004). Esses efeitos promovem, por sua vez, a redução da biodiversidade, da estabilidade dos ecossistemas e sua capacidade de recuperação frente a distúrbios (SAUNDERS et al., 1991).

É por meio da fragmentação do habitat, que a estrutura da paisagem pode ser modificada, resultando em mudanças na composição e diversidade das comunidades (GENELETTI, 2004). Portanto, as ações de conservação e preservação florestais devem caminhar no sentido contrário ao da fragmentação (METZGER, 1999).

Assim a conservação florestal utiliza um conjunto de ações tendo em vista sua restauração, sua proteção e, sobretudo, a sustentabilidade da qualidade e quantidade de seus componentes e processos (DUNSTER; DUNSTER, 1996). Desta forma, para a conservação e/ou preservação dos recursos florestais é necessário o conhecimento da estrutura, composição e configuração, e processos de sua paisagem, o que torna possível identificar os fatores importantes à manutenção da biodiversidade regional (BAKER; CAI, 1992).

Na busca de estratégias para a determinação de áreas prioritárias para a conservação florestal, é essencial aliar os conhecimentos científicos ao conhecimento prévio da área de estudo. Para tal, se faz necessário dados secundários da área de estudo que tratam de características ambientais, para realizar uma série de ações que, genericamente, pode ser denominada de diagnóstico ou zoneamento ambiental. Esse diagnóstico conduzirá à adequação ambiental, que corresponde basicamente no estabelecimento de ações que resultem na conservação, manejo e restauração ambiental, principalmente das Áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2009).

As ações de conservação florestal precisam atender não somente a necessidade de conexão e restabelecimento de fluxo gênico, mas também devem ser pensadas de maneira que as áreas mais sensíveis, e importantes à reestruturação dessa paisagem, sejam beneficiadas, considerando-se fatores fundamentais como aspectos físicos, econômicos e sociais da região (FORMAN; COLLINGE, 1997).

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Fragmentação da Mata Atlântica**

A Mata Atlântica foi uma das maiores florestas tropicais das Américas, cobrindo originalmente cerca de 150 milhões de hectares em condições ambientais altamente heterogêneas (CÂMARA, 2004). Este domínio fitogeográfico, em escala continental, pode ser considerado uma ilha, por ser isolado de outros grandes blocos de florestas sul-americanas (Floresta Amazônica e Floresta Andina) por um corredor de formações

abertas e semiabertas, compreendendo a Caatinga, o Cerrado e o Chaco (CARVALHO; ALMEIDA, 2011).

Entretanto, a história da Mata Atlântica tem sido marcada por períodos de conexão com estas florestas sul-americanas, resultando em um intercâmbio biológico, seguido por períodos de isolamento que levaram à especiação geográfica (SILVA; SOUSA; CASTELLETTI, 2004). Sendo assim, a biota florestal é composta desde espécies antigas (pré-Plioceno) a novas (Pleistoceno) (SILVA; CASTELETTI, 2003) e várias áreas de endemismo vêm sendo identificadas (SILVA; SOUSA; CASTELLETTI, 2004).

No Nordeste brasileiro, a Floresta Atlântica também se encontra em grande parte devastada devido às ações antrópicas (TABARELLI et al., 2005). As causas imediatas da perda de habitat devem-se à elevada exploração dos recursos florestais por extrativismo de (de madeira, frutos, caça dentre outros) e à exploração da terra para uso e ocupação humano, como o estabelecimento de áreas para pastos, agricultura e silvicultura (DEAN, 1996).

Em Sergipe, a área correspondente ao bioma originalmente ocupava toda a faixa litorânea do estado, desde regiões litorâneas, até tabuleiros costeiros, apresentando características na composição florística das florestas sobre esses substratos. Embora algumas espécies arbóreas apresentem ampla distribuição (LANDIM; SIQUEIRA, 2001a), sua área no estado foi grandemente reduzida, sendo estimada uma redução da cobertura a cerca de 1% da original (LANDIM; SIQUEIRA, 2001b). Este fato se dá pela alteração da paisagem natural por outras utilizações do solo, gerando a fragmentação dos remanescentes florestais e, conseqüentemente, a diminuição dos habitats (SANTOS, 2009).

## **2.2 Proteção legal da Mata Atlântica**

Em 1965, o Código Florestal (Lei Federal nº 4.771) criou as Áreas de Preservação Permanente (APPs), as quais compreendem áreas nas margens de rios, lagos e lagoas, ao redor de nascentes, em topos de morro, encostas íngremes, manguezais, entre outros. Assim como, as Reservas legais (RL) são áreas dos imóveis rurais que devem ser destinadas a manutenção da vegetação nativa, passível ao uso sustentável, para a Mata Atlântica, esse espaço era de 20% da área total do imóvel rural. Algumas décadas depois, a Constituição Federal brasileira determinou a Mata Atlântica como patrimônio nacional, assegurando que a utilização dos seus recursos ocorra visando sempre sua proteção (BRASIL, 1988).

Em 2006 foi criada a Lei da Mata Atlântica (Lei Federal nº 11.428, de 2006), a qual tem como principal objetivo preservar os remanescentes da Mata Atlântica no país, e criar meios para a sua recuperação. Assim, exerce função de conservação, proteção e regeneração dos remanescentes. Entretanto, a lei não proíbe definitivamente o corte de vegetação ou ocupação de áreas, mas cria critérios rígidos para tanto. A base desta lei é de que “as áreas mais conservadas devem ser mais protegidas, as áreas degradadas devem ser enriquecidas e as áreas desmatadas priorizadas para uso, para evitar o avanço de atividades econômicas como agricultura, pastagens, e mesmo cidades sobre as áreas com floresta ou outro tipo de remanescente de vegetação nativa” (BRASIL, 2006).

O Decreto nº 6.660, de 2008, o qual dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, é mais uma iniciativa para a legislação protetora da Mata Atlântica. A lei veio para promover os procedimentos necessários para a intervenção ou uso sustentável nos remanescentes de vegetação nativa. O Decreto

detalha os tipos de vegetação protegidos pela Lei da Mata Atlântica, os quais estão delimitados no “Mapa da Área de Aplicação da Lei nº 11.428, de 2006”, elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o qual possui as configurações originais das Formações Florestais e Ecossistemas Associados, bem como os encraves florestais e brejos de altitude que integram a Mata Atlântica (BRASIL, 2008).

No ano 2012 devido ao conflito entre a necessidade de aumento da produção agropecuária e a conservação das florestas houve uma pressão política para revisar o Código Florestal Brasileiro, o qual apresenta as diretrizes da conservação ambiental em propriedades privadas. Sendo assim, tornando a proposta do novo código, mais flexível, trazendo vários debates por mais de uma década no congresso brasileiro e pela sociedade, sendo que em outubro de 2012, após idas e vindas entre o Congresso e a Presidência da República, foi finalmente sancionada a lei nº 12.727 (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2016).

Embora o novo Código Florestal seja relativamente recente, a sua implementação é vista com preocupação. Esta preocupação é agravada devido ao histórico de descumprimento das leis florestais e ambientais no Brasil, o conjunto de instrumentos criados e as restrições ou penalidades que ainda serão aplicadas no futuro são de fundamental importância para a proteção das áreas ambientais que a muito sofrem com a falta de fiscalização do cumprimento das leis (IPEA, 2016).

Confirmando as preocupações, estima-se que a nova lei gerou a redução das áreas em propriedades rurais destinadas a conservação em quatro vezes, o que representa 4,5 milhões de hectares para as áreas de APPs (SOARES-FILHO et al., 2014) e 13,1 milhões de hectares (FREITAS, SPAROVEK E MATSUMOTO, 2016) a 16,3 milhões de hectares (SOARES-FILHO et al., 2014) para as áreas de RL (IPEA, 2016).

## **2.3 Áreas prioritárias para a conservação**

A conservação da natureza, segundo a Lei Federal nº. 9.985/00 que estabelece o manejo do uso da natureza pelos seres humanos, incluindo preservação, manutenção, utilização sustentável, a restauração e reparação do ambiente natural com o objetivo de promover benefícios a atuais gerações, e promover seu potencial para futuras gerações garantindo a sobrevivência de todos os seres vivos (BRASIL, 2000).

Tratando-se de conservação, para realizar a conservação da natureza faz-se necessário admitir as limitações da utilização de bens que ela nos proporciona (FÁVERO, 2007). Alguns estudos relacionando a conservação em áreas protegidas utilizam ferramentas paisagísticas, o que permite que estas áreas sejam cartografadas, possibilitando uma visão integrada das características de cada elemento natural e suas relações com a atividade antrópica (MEZZOMO, 2013).

O Brasil é um país com uma grande riqueza de biodiversidade. Entretanto, a falta de compreensão do que se conservar prioritariamente torna-se um grande desafio dos órgãos gestores, para tomada de decisões e elaboração dos planos de ações. Ao longo dos anos muitas atividades possibilitaram a identificação de prioridades para a conservação e estas iniciativas são um passo a mais nas tomadas de decisões que podem tornar as ações ambientais mais viáveis (MMA, 2002).

A degradação do bioma Mata Atlântica, é resultado da ocupação e utilização desordenada dos recursos naturais. Este bioma apresenta a concentração de cidades e polos industriais, além da alta densidade demográfica, sua vegetação natural foi reduzida

drasticamente. Desta forma sendo necessárias políticas e ações claras e objetivas para atender a urgência da conservação de áreas existentes, bem como para recuperação das áreas devastadas (MMA, 2002).

Planejar quais são as áreas prioritárias a conservação dentro deste bioma só será efetivo quando se tornar complemento do planejamento sustentável pelos gestores das localidades inseridas dentro do mesmo. Além disso, faz-se necessária uma mudança cultural na sociedade em relação à ideia de uma natureza como sua fonte inesgotável de recursos, para isso é necessária a sensibilização sobre as problemáticas ambientais junto a comunidade e seus gestores, assim, a conservação da natureza poderá ser adquirida ao longo do tempo. Desta forma, existe a necessidade de se divulgar informações sobre problemas relacionados com a qualidade ambiental, principalmente no que diz respeito à conservação de recursos naturais para que a população esteja sempre ciente dos problemas ambientais (MMA, 2002).

## **2.4 Uso da geoecologia para a conservação**

A Geoecologia das Paisagens constitui um método teórico e metodológico que possui enfoque sistêmico e interdisciplinar, subsidiando as bases necessárias para o planejamento ambiental territorial, fornecendo, assim um diagnóstico operacional. Com vista em proporcionar as bases fundamentais para o planejamento ambiental, um dos enfoques principais da Geoecologia da Paisagem é o desenvolvimento de uma classificação e uma cartografia das unidades de paisagem de um território (MATEO; SILVA, 2007).

Os produtos cartográficos podem representar os resultados de análises e pesquisas, assim como servir de referências para o desenvolvimento de outras investigações ou propostas de gestão ambiental (MATEO; SILVA, 2007). As análises geoecológicas pautadas em geoprocessamento remoto vêm sendo cada vez mais utilizadas na busca da resolução das necessidades complexas e integrativas assumidas pelos estudos ambientais, podendo assumir um papel importante na criação de condições para o planejamento e gestão de paisagens, como as unidades de conservação do bioma Mata Atlântica (LOUSADA, 2017).

Os parâmetros de análise da estrutura da paisagem têm sido reconhecidos úteis para conservação da biodiversidade (WILLIAMS et al., 2002). Algumas regras práticas são empregadas dentro de uma perspectiva de paisagem, como a conservação de grandes fragmentos com alta conectividade estrutural, seja por corredores, degraus ou pela matriz circundante (UEZU et al., 2008), como também a preservação de toda a heterogeneidade da paisagem natural (FORMAN; COLLINGE, 1997).

Embora certos parâmetros paisagísticos possuam limitações, como não considerar como diferentes espécies percebem características da paisagem, como conectividade funcional, os parâmetros da estrutura da paisagem podem ser particularmente úteis para estabelecer diretrizes gerais para o planejamento da conservação onde os inventários de espécies em larga escala e os padrões de distribuição da biodiversidade (FAIRBANKS et al., 2001).

## **2.5 Definição de áreas prioritárias na conservação utilizando SIGs**

Quando se analisa áreas potenciais a serem prioritárias para conservação, deve-se ter em mente, principalmente, a identificação do padrão espacial mais apropriado para os futuros usos do solo de uma determinada região, levando em consideração fatores específicos de uma atividade ou de um objetivo (COLLINS et al., 2001).

A definição de áreas prioritárias por meio de SIGs tem sido amplamente utilizada em várias situações, dentre elas, a definição de regiões prioritárias para espécies animais ou vegetais, para atividades agrícolas, para risco de impactos ambientais como também para a biodiversidade, entre outras (STORE e KANGAS, 2001).

A integração do processo de tomada de decisão envolve a resposta a três perguntas: do que, onde e como conservar. E os SIGs tem sido uma ferramenta facilitadora neste aspecto, principalmente em relação ao planejamento, otimização e o sucesso das ações de conservação. A integração destes programas as análises de determinação de áreas prioritárias permitem que ocorram ações sejam direcionadas, pela determinação das áreas de maior risco, suscetíveis ou prioritárias às ações (KANGAS et al., 2000; AHOS e HERBST, 2000).

Além disso, a evolução dos SIGs permitiu uma evolução nas metodologias empregadas para a definição de áreas prioritárias a conservação. A ligação entre diferentes planos de informação nos SIGs tem sido amplamente utilizada para o desenvolvimento da maioria dos trabalhos, para isto, houve a implementação de várias técnicas nos SIGs, como a abordagem multicriterial, o método de inteligência artificial, os métodos de visualização e os Web- SIGs (MALCZEWSKI, 2004).

### **3. OBJETIVOS**

#### **Geral**

Identificar áreas prioritárias para a conservação dos remanescentes de Mata Atlântica no município de Santo Amaro das Brotas, Sergipe.

#### **Específicos**

1. Definir quais áreas mais propícias à degradação ambiental no município.
2. Verificar se as leis de proteção as Áreas de Proteção Permanente (APP) e as reservas legais (RL) cadastradas no CAR estão sendo cumpridas.
3. Determinar entre os fragmentos florestais os prioritários para a implantação de corredores ecológicos.

## **4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### **4.1 Área de Estudo**

#### **4.1.1. Análise Geográfica**

O presente trabalho foi realizado em áreas de remanescentes de Mata Atlântica do município de Santo Amaro das Brotas, Sergipe. A Mata Atlântica de Sergipe ocupa desde regiões litorâneas, até tabuleiros costeiros, apresentando características na composição florística das florestas sobre esses substratos. Embora algumas espécies apresentem ampla distribuição (LANDIM; SIQUEIRA, 2001a), o estado de conservação da cobertura original de floresta Atlântica apresenta uma área total com cerca de 1% (LANDIM; SIQUEIRA, 2001b).

Sergipe é formado por 75 municípios, abrangendo uma extensão territorial de 21.918,493 km<sup>2</sup>. O estado apresenta 0,26% do território nacional, que possui três zonas geográficas com características diferentes entre si como o litoral, agreste, sertão (SEPLAG, 2014).

O município de Santo Amaro das Brotas está inserido na região da Grande Aracaju, área na qual vivem mais de 45% da população do estado, correspondendo a quase 940.000 pessoas (IBGE, 2018). Entretanto, quando se trata da educação, Santo Amaro apresenta um dos menos índices de desenvolvimento, principalmente nos últimos anos da vida escolar. Este fato pode estar atribuído a principal forma de renda do município que se dá através da pecuária e das culturas agrícolas. Além disso, constatou-se aproximadamente 50% das crianças entre 10 e 15 anos exercem atividades econômicas, unindo tal fator à reduzida porcentagem de pessoas que terminam o ensino médio (37%), percebe-se a tendência ao baixo nível de educação no município estudado, o qual apresenta apenas 6% de trabalhadores com superior completo (ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO, 2013).

Santo Amaro das Brotas está situado a uma altitude de 23m, possui uma área territorial de 234,155 km<sup>2</sup>. Criado em 1835, com 11.410 habitantes (IBGE, 2012), o município está localizado no leste do estado de Sergipe, entre os municípios de Rosário do Catete, General Maynard e Pirambu, ao norte, Laranjeiras e Maruim, a oeste, e Aracaju e Barra dos Coqueiros, ao sul, sendo limitado pelos rios Sergipe e Pomonga, ao leste, e ao norte, pelos rios Japarutuba e Siriri. As principais linhas de acesso são as rodovias SE-449, SE-100 e SE-240, apresentando uma distância da capital do estado, Aracaju, de 35 km (SEPLAG, 2014).

O município apresenta clima megatérmico úmido e sub-úmido, com temperatura média anual de 25,3°C, precipitação pluviométrica anual de 1.466,5mm e período chuvoso de março a agosto. O município conta ainda com os relevos de planície Litorânea, o qual inclui as planícies flúvio-marinha, planície fluvial e terraço fluvial, e Tabuleiro Costeiro. Os solos presentes nele são Podzólico Vermelho Amarelo, Podzol, Aren quartzosos Marinhos e Indiscriminados de Mangues com vegetação de Capoeira, vestígios de Mata Atlântica e Higrófila (SEPLANTEC, 2000).

Nesse sentido o município foi escolhido por se tratar de uma região predominantemente rural, com apenas uma unidade de conservação, em forma de decreto, e com empreendimentos causadores de grandes impactos ambientais como jazidas de

extração de terra, extração de petróleo e mais atualmente foi implantada uma usina termoelétrica em suas proximidades gerando um crescente dano florestal.



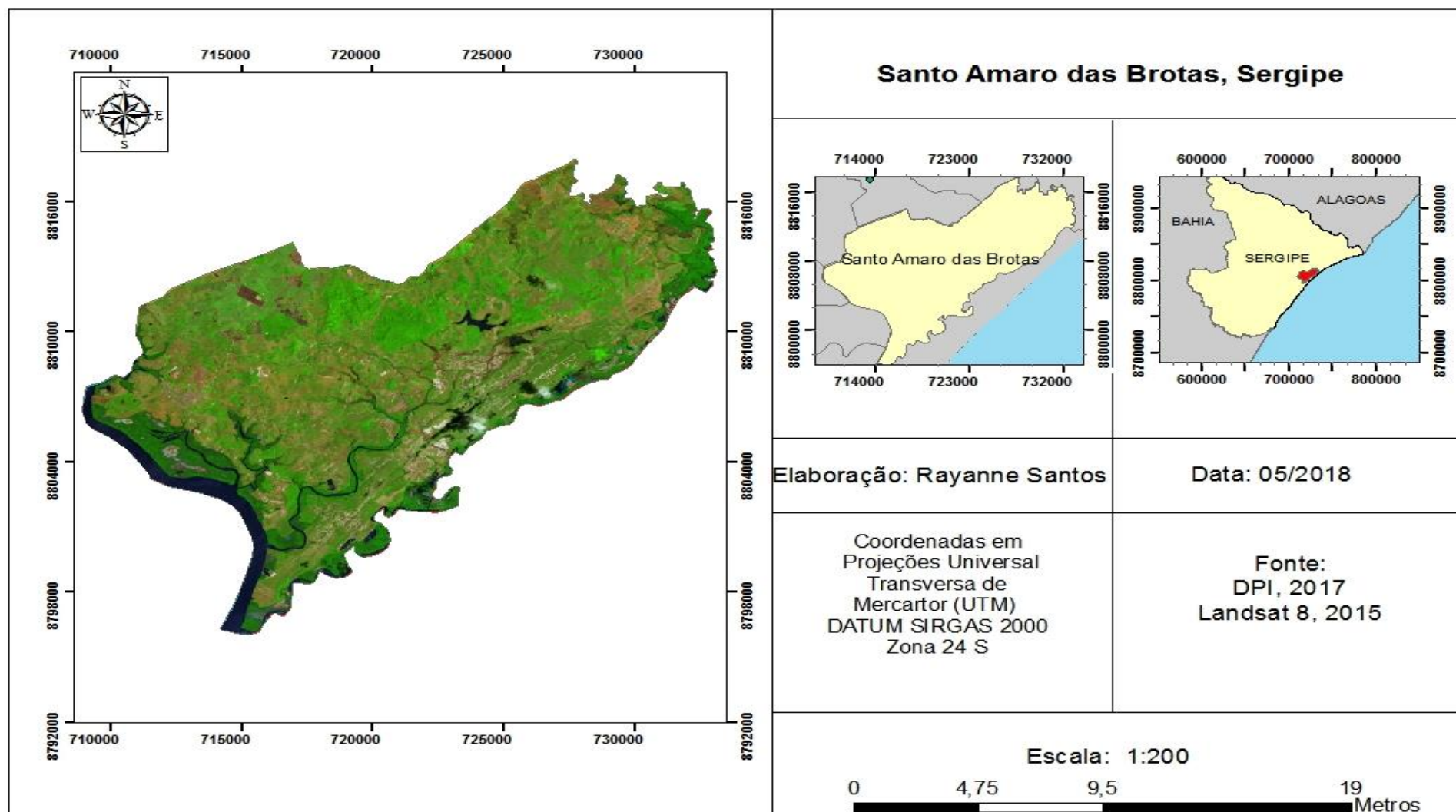


Figura 1: Localização da área de estudo, município de Santo Amaro das Brotas, Sergipe. Fonte: Landsat 8, 2015.

## 4.2 Coleta de dados

### 4.2.1. Gestão ambiental

Para esta análise foi levado em consideração o estado de conservação de Áreas de Proteção Permanente e de Reserva Legal, tais dados foram obtidos no Cadastro Ambiental Rural (CAR, 2019) referente ao município. Em seguida, os dados obtidos foram comparados ao que é apresentado na legislação ambiental vigente (Constituição Federal, Código Florestal e Lei da Mata Atlântica).

### 4.2.2. Seleção das imagens de satélite

Para o presente estudo, foram utilizadas imagens de satélite Landsat 1 (1978) com resolução espacial de 80m, obtida através do catálogo da Divisão de Processamento de Imagens (DPI), pertencente à Coordenação Geral de Observação da Terra (OBT) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (INPE, 2019) e do satélite Sentinel-2 para o ano de 2018 para uma análise do uso recente do solo, para que houvesse uma visualização das condições atuais dos remanescentes florestais (Tabela 1) (UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY, 2019).

*Tabela 1: Satélites selecionados para análise da conservação florestal em Santo Amaro das Brotas, Sergipe.*  
*Fontes: INPE, 2019; UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY, 2019.*

Satélites	Anos das imagens	Resolução (m)	Bandas
<i>Landsat 1</i>	1978	80	654
<i>Landsat-5</i>	1995	30	543
<i>Landsat-8</i>	2015	30	654
<i>Sentinel-2</i>	2018	10	843

A seleção das imagens se deu a partir de levantamento posteriormente realizado em projeto de Iniciação Científica no período de 2017 a 2019 sob orientação da Dr<sup>a</sup> Myrna Friederichs, no qual se constatou a escassez de imagens sem presença de nuvens para a região de Santo Amaro das Brotas, por se tratar de uma cidade litorânea (CNPQ, 2019). Desta forma, as imagens de satélite obtidas com melhor resolução e baixo número de nuvens, foram as dos satélites *Landsat* e *Sentinel-2*, sendo que, as imagens mais utilizadas para este estudo foram *Landsat 1* (1978) e *Sentinel-2* (2018) para a análise da variação temporal.

## **4.3 Análise dos dados**

### **4.3.1. Análise da dinâmica dos fragmentos florestais**

Para esta análise foi considerada apenas as áreas de fragmentos florestais, cultivos agrícolas e pastagem. As imagens de satélite previamente selecionadas foram utilizadas para a análise da variação temporal dos fragmentos florestais e a quantificação da área perdida e substituição da área florestal para outras destinações.

Para determinar quais fatores estão influenciando a dinâmica florestal realizou-se o levantamento da destinação do uso do solo através da ferramenta de classificação manual presente no *software* ArcGIS 10.5. Em seguida calculou-se as áreas dos fragmentos em hectares para a comparação temporal para os anos de 1978 e 2018.

### **4.3.2. Tratamento estatístico**

Os dados obtidos foram analisados a partir de uma estatística descritiva e de um teste estatístico, com enfoque na comparação da fragmentação florestal dos remanescentes de Mata Atlântica para os anos de 1978 e 2018. Para tanto utilizou-se dois programas: o Past 2.17c (HAMMER et al., 2015) e o GraphPad Prism 5.01 (GRAPHPAD SOFTWARE INC., 2007). Com intervalo de confiança de 95%., foi selecionado o teste de  $X^2$  (Qui quadrado) para determinar se há diferença significativa entre as áreas de remanescentes florestais e aquelas destinada a cultivos agrícolas e pecuária.

O Qui quadrado ( $X^2$ ) é um teste de hipóteses, com o objetivo de encontrar um valor da dispersão para duas variáveis categóricas nominais e avaliar a associação existente entre variáveis qualitativas. Tem como princípio básico a comparação de proporções, ou seja, possíveis divergências entre as frequências observadas e esperadas para determinado evento (VIEIRA, 2012).

### **4.3.3. Definição das áreas prioritárias a conservação**

#### **4.3.3.1 *Fragstat***

A determinação das áreas prioritárias para a conservação dos remanescentes de Mata Atlântica em Santo Amaro das Brotas se deu a partir da análise da fragmentação florestal e conservação ambiental dos remanescentes utilizando o programa Fragstat v.4.2 (MCGARIGAL; ENE, 2012). A análise da paisagem ocorreu com base no mapa de fragmentos florestais gerado, sendo os valores obtidos pelo *software* (COUTO, 2004).

O Fragstat permite analisar padrões espaciais a partir de imagens de satélite que foram previamente transformadas em um Código Padrão Americano para o Intercâmbio de Informação (ASCII), criando dados categóricos que permitem quantificar a composição e a configuração espacial das manchas (remanescentes florestais, no caso) no interior da paisagem (COUTO, 2004). Para tal, utilizam-se métricas de paisagem que consistem em índices presentes nos dados categóricos das imagens de satélites, neste caso, referentes aos anos de 1978 e 2018 (Tabela 2), sendo o cenário presente nas

manchas, um elemento fundamental para obter informações em investigações em larga escala (VOLOTÃO, 1998).

*Tabela 2: Métricas de paisagem para análise da fragmentação florestal através do software Fragstat. (Fonte; FERNANDES, 2017)*

Grupo	Métrica	Sigla e intervalo (unidade)
Área, Densidade e Borda	Número de fragmentos (NP)	$NP \geq 1$ (adimensional)
	Área de classe (CA)	$CA > 0$ (ha)
	Densidade de bordas (ED)	$ED \geq 0$ (m.ha-1)
Proximidade e Isolamento	Proximidade média entre classes (PROX_MN)	$PROX\_MN \geq 0$ (adimensional)
	Distância média do vizinho mais próximo (ENN_MN)	$ENN\_MN \geq 0$ (m)

#### 4.3.3.2 ArcGIS

A partir da análise da imagem de satélite de Sentinel-2 selecionada (2018) e dos *shapefiles* disponibilizados pelo Cadastro Ambiental Rural (CAR, 2019) das áreas protegidas ou de uso restrito, como Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal, atualmente legalizadas, ou seja, averbadas no CAR, foi realizada a análise das áreas de remanescentes florestais e do contexto de condições geográficas e legais que poderiam vir a identificar áreas prioritárias para a conservação, por ferramentas de seleção manual do *software* ArcGIS 10.5. Para tal foram selecionados os seguintes parâmetros de análise:

- Remanescentes florestais;
- Áreas de APP e RL (registradas e não registradas);
- Corpos hídricos e áreas de mata adjacentes;
- Declividade.

Com base nesses dados, foram selecionadas áreas prioritárias para conservação dos remanescentes florestais e uma proposta de corredores ecológicos foi elaborada.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 5.1. Análise temporal da área dos remanescentes florestais

Nos últimos 40 anos a paisagem no município sofreu constante alteração, entretanto certas tendências permaneceram iguais, dentre elas o crescimento das áreas destinadas à produção agrícola e pecuária (Tabela 3). Estas, neste intervalo de tempo (1978 a 2018), sofreram um aumento de quase 130%. Em contrapartida, as áreas florestais perderam mais de 52% da sua área total. Essa mudança na paisagem observada é estatisticamente significativa ( $\chi^2$  3317;  $p < 0,0001$ ).

*Tabela 3: Diminuição das áreas florestais nos últimos 40 anos em Santo Amaro das Brotas, Sergipe. Fonte: Landsat 1 (1978); Sentinel - 2 (2018).*

Uso do solo	Área (ha)	
	1978	2018
Cultivo Agrícola e Pecuária	6.728***	15.458***
Floresta Ombrófila/Estacional	5.222***	2.504***
Total Geral	13.685***	20.179***

\*\*\*  $p < 0,001$

## 5.2. Análise da fragmentação florestal

### 5.2.1. SIG (ArcGIS 10.5)

A análise da imagem *Landsat* selecionada mostrou que o município de Santo Amaro das Brotas, em 1978, apresentava um total de 1.932 fragmentos florestais, os quais em 40 anos (com base na imagem *Sentinel* acima mencionada) aumentaram aproximadamente 370% sua quantidade original (Tabela 4). Este resultado ressalta o marcante aumento da fragmentação florestal no município, sendo a elevação na quantidade de fragmentos com áreas menores de grande relevância para a constatação do grau de fragmentação da paisagem (MCGARIGAL et al., 2002).

*Tabela 4: Variação temporal das áreas de fragmentos de ombrófila e estacional em Santo Amaro das Brotas, Sergipe. Fonte: Landsat 1 (1978); Sentinel - 2 (2018).*

Classes	1978	2018	Diferença
Número de fragmentos	1.932	9.082	7.150
Área média dos fragmentos (ha)	7,4	0,2	7,2
Área do maior fragmento (ha)	1.076,7	477,7	598,9
Área do menor fragmento (ha)	0,2	0,006	0,19
Área total dos fragmentos (ha)	5.222,5	2.440,7	2.781,8

Além disso, o tamanho médio dos fragmentos, também considerado um indicativo do grau de fragmentação (MCGARIGAL et al., 2002), apresentou marcante diminuição (97%), gerando maior grau de espaçamento entre os remanescentes e menor conectividade entre eles. Nota-se, também, a grande diminuição na área dos maiores

fragmentos, os quais perderam aproximadamente 56% do seu tamanho total, sendo que os fragmentos pequenos tornaram-se ainda menores. Dessa forma, pode-se afirmar que paisagens que apresentam menores valores de áreas para o tamanho médio de fragmento podem ser consideradas como áreas fragmentadas (MCGARIGAL et al., 2002).

A ocorrência de um elevado número de pequenos fragmentos florestais é comum em paisagens de Floresta Atlântica. Estudos anteriores (RANTA et al., 1998; ALBANEZ, 2000) demonstram que há uma tendência para áreas de Floresta Atlântica em que seus fragmentos florestais possuam áreas com tamanhos reduzidos. Por exemplo, do número total de fragmentos florestais observados no Parque Nacional dos Campos Gerais, PR, constatou-se que 91,4% tinham áreas inferiores a 5 ha (ALMEIDA, 2008).

### 5.2.2. Métricas de paisagem (Fragstat)

Os resultados obtidos a partir das métricas da paisagem também demonstraram o aumento no número de fragmentos (NP) para as duas classes selecionadas (Cultivos Agrícolas/Pecuária e Floresta Ombrófila/Estacional), no intervalo de 1978 a 2018 (Tabela 5). Destaca-se o aumento dos cultivos agrícolas, que aumentaram 23 vezes a sua quantidade original, e as áreas de Floresta Ombrófila/Estacional que, assim como a classe anterior, sofreram elevação na quantidade de fragmentos (aproximadamente 9 vezes o valor observado em 1978). Sabe-se que o NP é um fator importante na determinação da conservação e fragmentação florestal de uma paisagem, uma vez que a mesma constitui uma medida do seu grau de subdivisão ou fragmentação (CALEGARI et al., 2010).

*Tabela 5: Métricas espaciais destinadas à quantificação das classes de uso solo no intervalo de 1978 a 2018 em Santo Amaro das Brotas, SE. Adaptado de: FERNANDES (2017)*

Índices	Classes			
	1978		2018	
	Cultivos Agrícolas/Pecuária	Floresta Ombrófila/Estacional	Cultivos Agrícolas/Pecuária	Floresta Ombrófila/Estacional
NP <sup>1</sup>	716	1.932	16.591	9.082
CA <sup>2</sup> > 0 (ha)	6.684	5.230	6.691	2.595
ED <sup>3</sup> ≥ 0 (m.ha-1)	65.86	31.83	229	74
PROX_MN <sup>4</sup> ≥ 0 (ad)	0	0	1.071,73	205,45
ENN_MN <sup>5</sup> ≥ 0 (m)	154,31	190,61	26,79	36,99

<sup>1</sup> = Número de fragmentos; <sup>2</sup> = Área de classe; <sup>3</sup> = Densidade de bordas; <sup>4</sup> = Proximidade média entre classes; <sup>5</sup> = Distância média do vizinho mais próximo.

A relação entre o número de fragmentos e o tamanho da área que eles ocupam é inversa, isto é, quanto menor o fragmento, maior a fragmentação observada (FERNANDES, 2017). O fato da área da classe (CA) floresta ombrófila e estacional em 2018 ter reduzido a menos da metade permite inferir que estes remanescentes estão mais passíveis a fragmentação, quando comparadas a sua situação em 1978.

Em relação às métricas de borda dos remanescentes, observou-se o aumento na

densidade de bordas (ED) para as duas classes estudadas, sendo que a para área florestal o valor da densidade de borda duplicou seu tamanho original. Essa diferença da quantidade de bordas, quando se considera a densidade, deve-se aos valores de área ocupados por cada classe de tamanho dos fragmentos, sendo a densidade de bordas inversamente proporcional à área ocupada por cada classe (JUVANHOL et al., 2011), ou seja, áreas maiores sofrem menor influência do efeito de borda podendo ser consideradas mais conservadas.

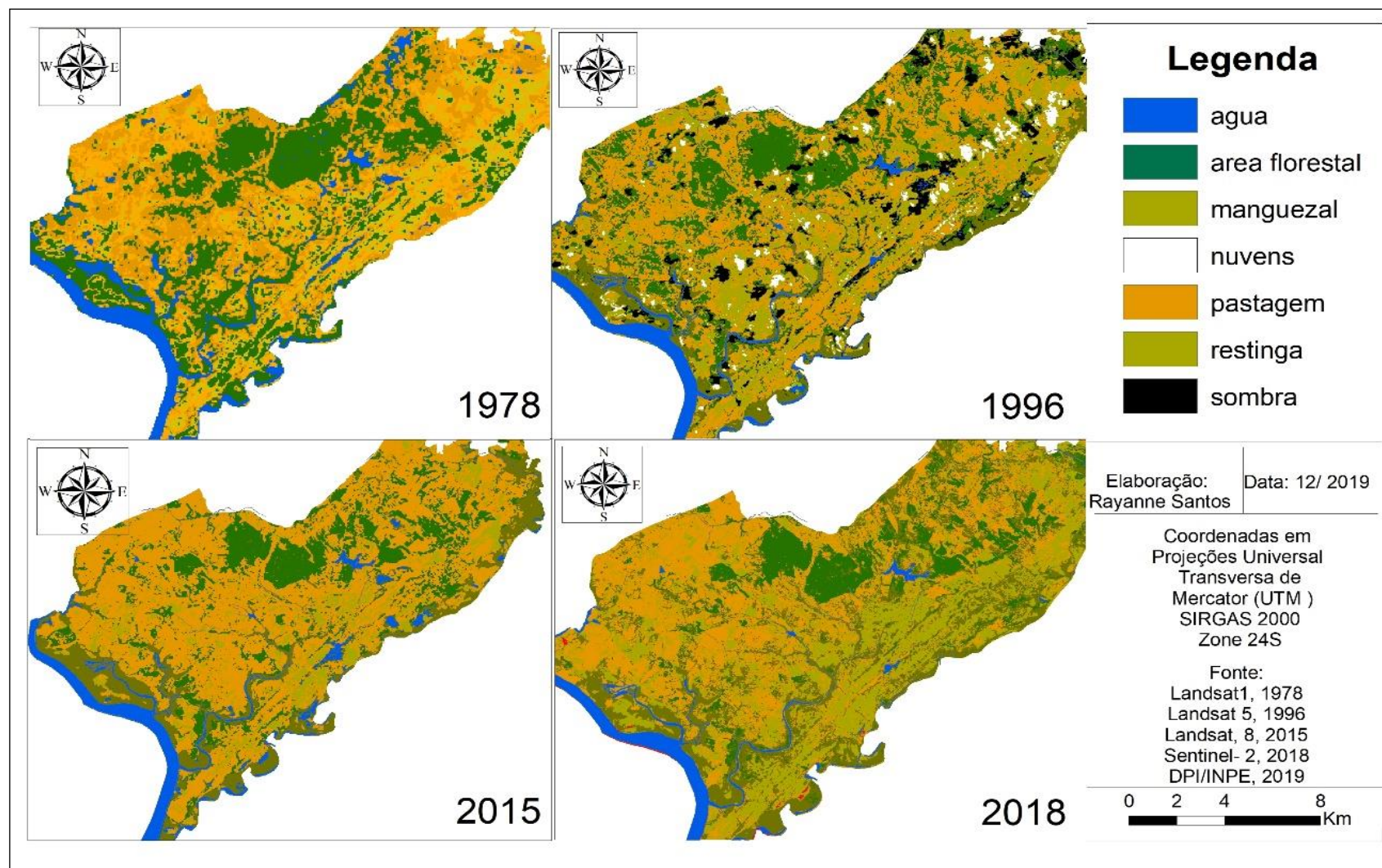
Além disso, devido ao baixo grau proximidade média entre classes (PROX\_MN) dos fragmentos florestais e as áreas agrícolas no ano de 1978, foi obtido o valor zero para as duas classes, em um raio de busca de 100 m. Isto significa que, considerando este raio, os fragmentos não apresentaram proximidade. Esse dado sugere que, muito provavelmente, existiam menos áreas destinadas a cultivo agrícolas em 1978 tornando-as mais distantes. Em relação aos fragmentos florestais, por se apresentarem em manchas mais contínuas e com menor grau de fragmentação, provavelmente o raio de 100m foi muito alto para verificar a sua proximidade média. Em 2018, por o município possuir um número maior de fragmentos florestais com áreas menores, maior grau de fragmentação, e muitas áreas agropastoris justapostas, os valores aumentaram substancialmente.

O nível de isolamento dos fragmentos florestais em uma paisagem pode ser expresso pela distância média do vizinho mais próximo (ENN\_MN), ou seja, quanto maior o valor dessa métrica, maior será o isolamento do fragmento (MCGARIGAL, 2013). Nesse sentido, a distância média do vizinho mais próximo (ENN\_MN) nos fragmentos florestais do município tonou-se menor ao longo dos anos, não pelo aumento das áreas florestais e sim pela elevação no número de fragmentos formando manchas na paisagem.

### **5.2.3. Impactos das atividades econômicas na fragmentação florestal**

Santo Amaro das Brotas destina grande parte do seu território municipal a atividades como agricultura e pecuária, gerando uma crescente perda de vegetação florestal com o passar dos anos, como também uma grande fragmentação dos remanescentes florestais (Figura 3), os quais, por sua vez tem grande impacto na proteção da biodiversidade local. Esta fragmentação ao longo dos anos analisados (1978, 1996, 2015 e 2018) torna-se evidente quando é observado que em 1978 os remanescentes florestais apresentavam um padrão contínuo com áreas extensas e, ao longo dos anos, estes se tornaram cada vez mais fragmentados e dispersos na paisagem. Em contrapartida, as áreas destinadas à agricultura e a pecuária tornaram-se cada vez mais predominantes no território municipal.



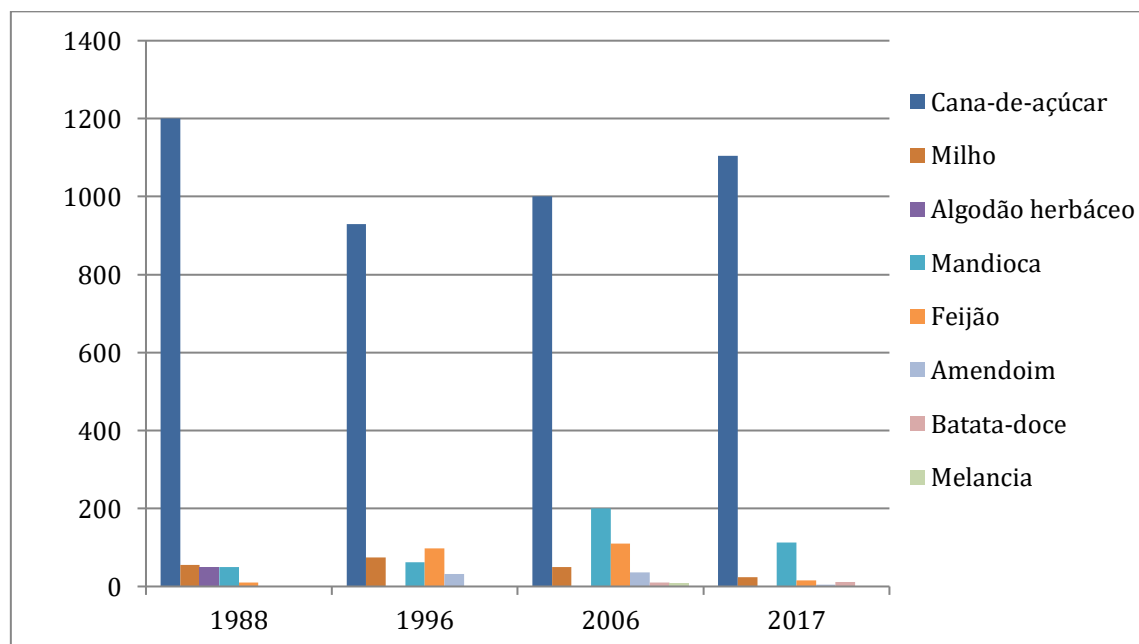


*Figura 2: Variação temporal da cobertura dos remanescentes de Mata Atlântica no município de Santo Amaro das Brotas, Sergipe*



As atividades agrícolas, a medida que dependem de recursos naturais (água e solo principalmente), são atividades que tendem a utilizar insumos e defensivos químicos, como fertilizantes e pesticidas, gerando variados impactos ambientais. Sistemas agropecuários convencionais podem ocasionar problemas ambientais resultantes da expansão dos cultivos e pastagens, por conta de sua baixa sustentabilidade e, muitas vezes, da falta de manejo adequado dos solos, podendo aumentar a lixiviação superficial, já que a cobertura do solo é um fator que influencia diretamente na taxa de infiltração da água (FRANCO et al., 2002; SANTOS et al., 2007; MÉNDEZ et al., 2010). Isto causa o empobrecimento do solo, devido ao carreamento dos nutrientes para áreas mais baixas, acarretando na necessidade de aumento do uso de fertilizantes, desequilibrando o conteúdo de nutrientes no solo e expondo-o à contaminação química (CARVALHO et al., 2000).

A produção agrícola em Santo Amaro é a principal forma de atividade econômica do município, de acordo com o último censo do IBGE (IBGE, 2018), sendo que o cultivo de cana de açúcar representa a principal fonte de renda, atingindo aproximadamente 1.400 ha em 2015 e totalizando 6% da área total do município, (Figura 2).



**Figura 3:**Área de cultivos agrícolas desenvolvida em Santo Amaro das Brotas-SE no período e 1974 a 2017.  
Fonte: IBGE, 2019

Assim como os outros cultivos, o registro da produção de cana de açúcar no município iniciou no ano de 1988, ocupando áreas de 1.200 até 1.990 ha. Após esse período houve uma queda na produção açucareira na região, ocorrendo um aumento da produção apenas 27 anos depois, em 2015, e voltando a decair nos anos seguintes. Em contrapartida, as áreas dos demais cultivos permaneceram praticamente estáveis no decorrer dos anos analisados (IBGE, 2019).

O cultivo da cana-de-açúcar no Brasil ocupa mais de oito milhões de hectares tornando o Brasil o maior produtor mundial de cana e seus derivados (EMBRAPA, 2013) e dentre os impactos gerados pelo cultivo da cana de açúcar estão à redução da biodiversidade, contaminação das águas superficiais e subterrâneas e do solo, compactação do solo, erosão do solo, assoreamento de corpos d'água, emissão de fuligem

e gases de efeito estufa (queima da palha na colheita) e concentração de terras (EMBRAPA, 1995).

Para a pecuária, existe uma ausência de dados devido a valores inibidos para que não seja possível identificar os proprietários das terras. Desta forma, a perda de cobertura vegetal nativa não é somente um risco para a conservação da biodiversidade, pois essas áreas desempenham uma série de serviços ecossistêmicos (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005), como a manutenção dos recursos hídricos (TUCCI; CLARKE, 1997), essenciais para a sobrevivência das populações humanas e de suas atividades econômicas. É essencial, portanto, o investimento não somente em ações de pesquisa, fiscalização e educação ambiental, mas também em programas de extensão rural, de modo que as práticas agropecuárias desenvolvidas na região não comprometam, através de sua redução ou degradação, os recursos locais.

### 5.3. Análise das áreas protegidas no município

#### 5.3.1. Áreas de Preservação Permanente (APP)

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) já averbadas no município (CAR, 2019) encontram-se reduzidas a pequenos fragmentos espalhados pela região. De um total de 318 APPs (4% da área total do município), 305 não ultrapassam o tamanho de 10 ha e apenas quatro delas possuem área superior a 40 ha (Tabela 6), sendo estas destinadas à proteção dos manguezais e encostas de rios (Figura 4).

*Tabela 6: Áreas de Preservação Permanente presentes no município de Santo Amaro das Brotas. Fonte: CAR (2019).*

Parâmetros	Área de Preservação Permanente
Quantidade (N)	318
Percentual (%)	4,23
Área mínima (ha)	0,0000000000000008
Área máxima (ha)	97
Área total (ha)	991

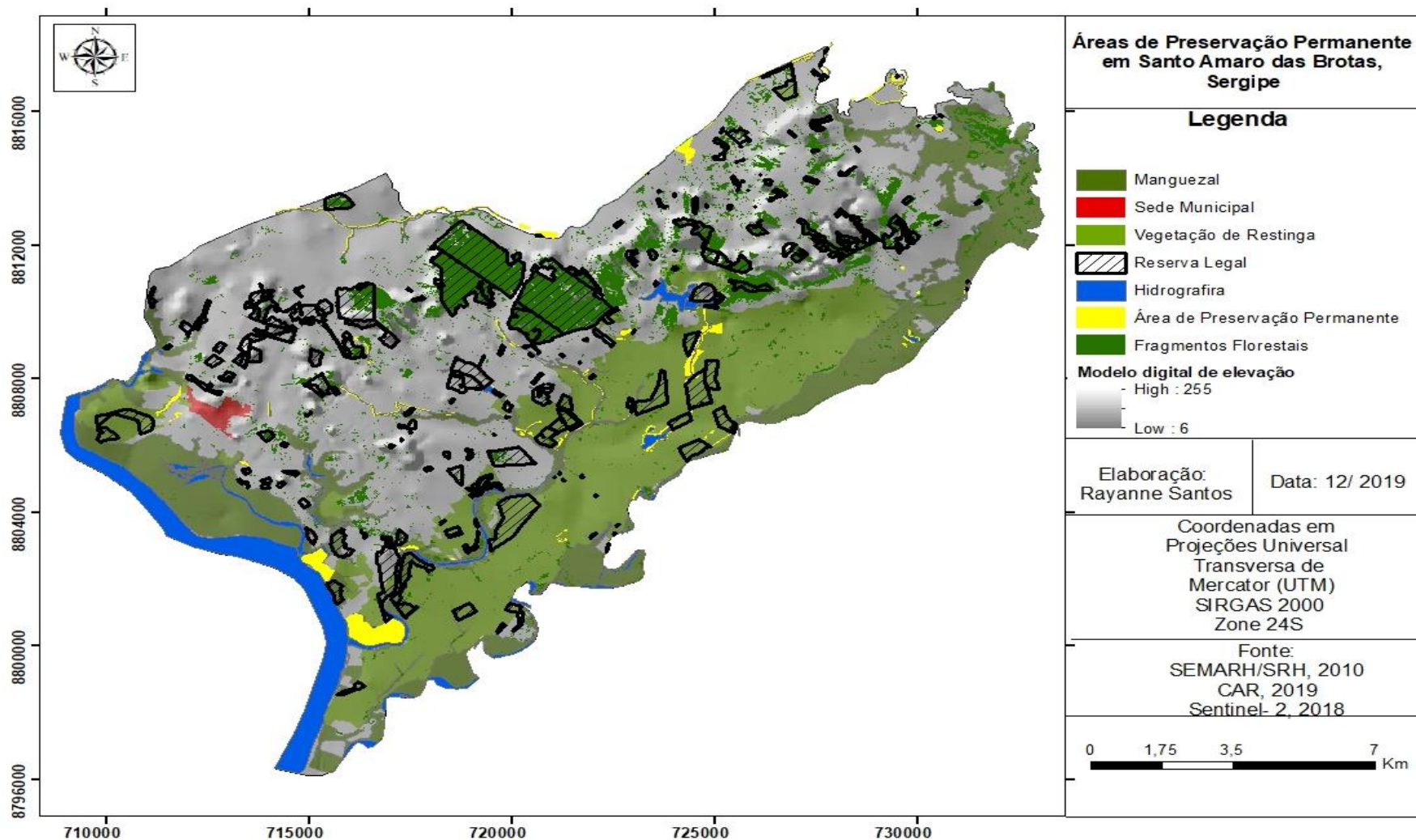
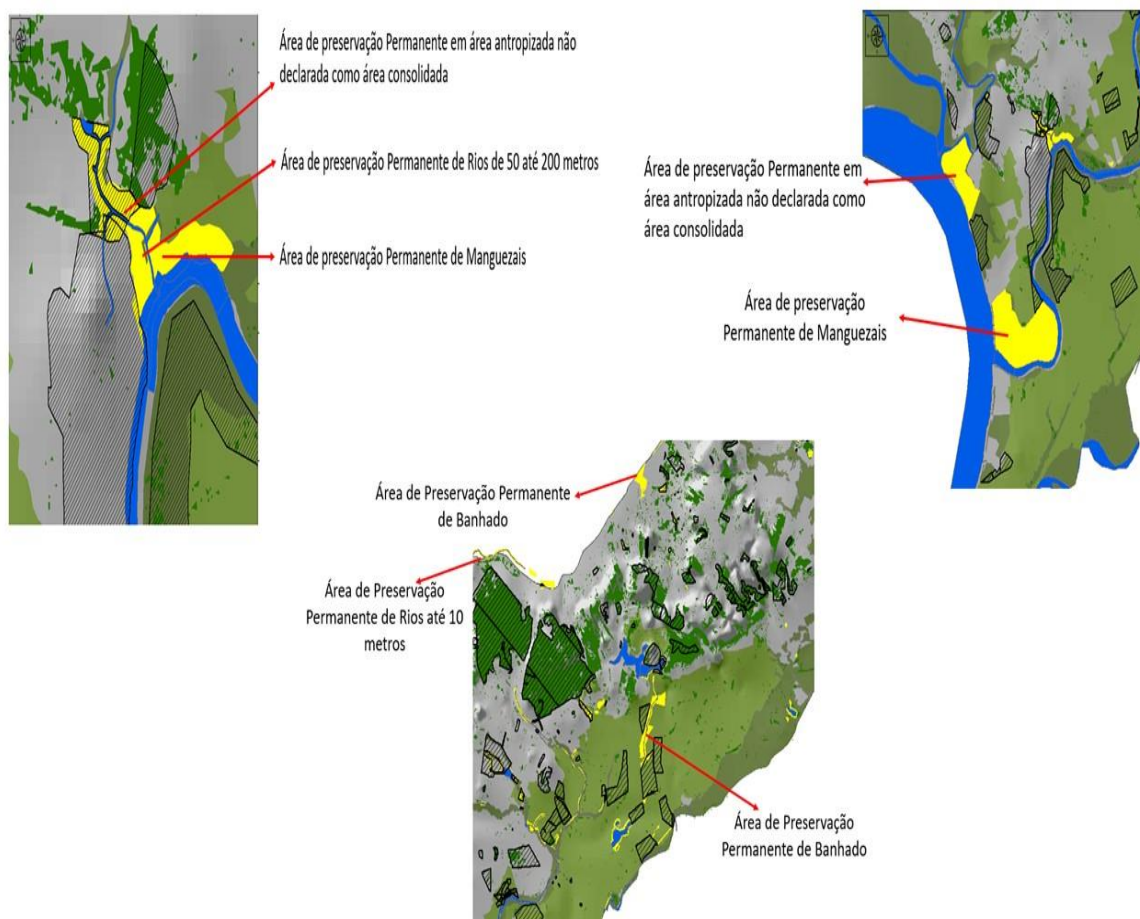


Figura 4: Áreas de Preservação Permanente (APP) definidas pelo Cadastro Ambiental Rural (CAR, 2019), em Santo Amaro das Brotas, Sergipe.

O mapeamento das Áreas de Preservação Permanente é uma importante ferramenta para o planejamento territorial, a fiscalização e as ações de campo nos âmbitos local, regional ou nacional, facilitando as fiscalizações que visam o cumprimento da legislação ambiental (HOTT et al., 2004; EUGENIO et al., 2011) e a inexistência de demarcação oficial das áreas das APPs é um dos fatores que facilitam o descumprimento da legislação que as criou, levando à ocupação e à utilização ilegal dessas áreas (RIBEIRO et al., 2005).

As APPs de Santo Amaro das Brotas (CAR, 2019) estão, em sua totalidade, interligadas aos corpos hídricos da região e apresentam-se de forma espaçada e reduzida por todo o seu território (Figura 5). Além disso, o município não apresenta APPs demarcadas ao longo de toda hidrografia municipal, não cumprindo as determinações previstas na legislação. Esta prevê todas as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha como Área de Preservação Permanente (BRASIL, 2012). Como o CAR é realizado a partir da iniciativa dos proprietários de terras, é possível que também as APPs, e não somente as áreas de reserva legal, somente sejam cadastradas após o início do cadastro. Isso seria um grande revés para a conservação dessas áreas, já que áreas que deveriam ser consideradas como APPs, segundo a legislação, em terras cujos proprietários não tenham feito seu cadastro, sequer seriam demarcadas e, conseqüentemente, ações degradadoras nelas realizadas poderiam sequer serem identificadas pela fiscalização.

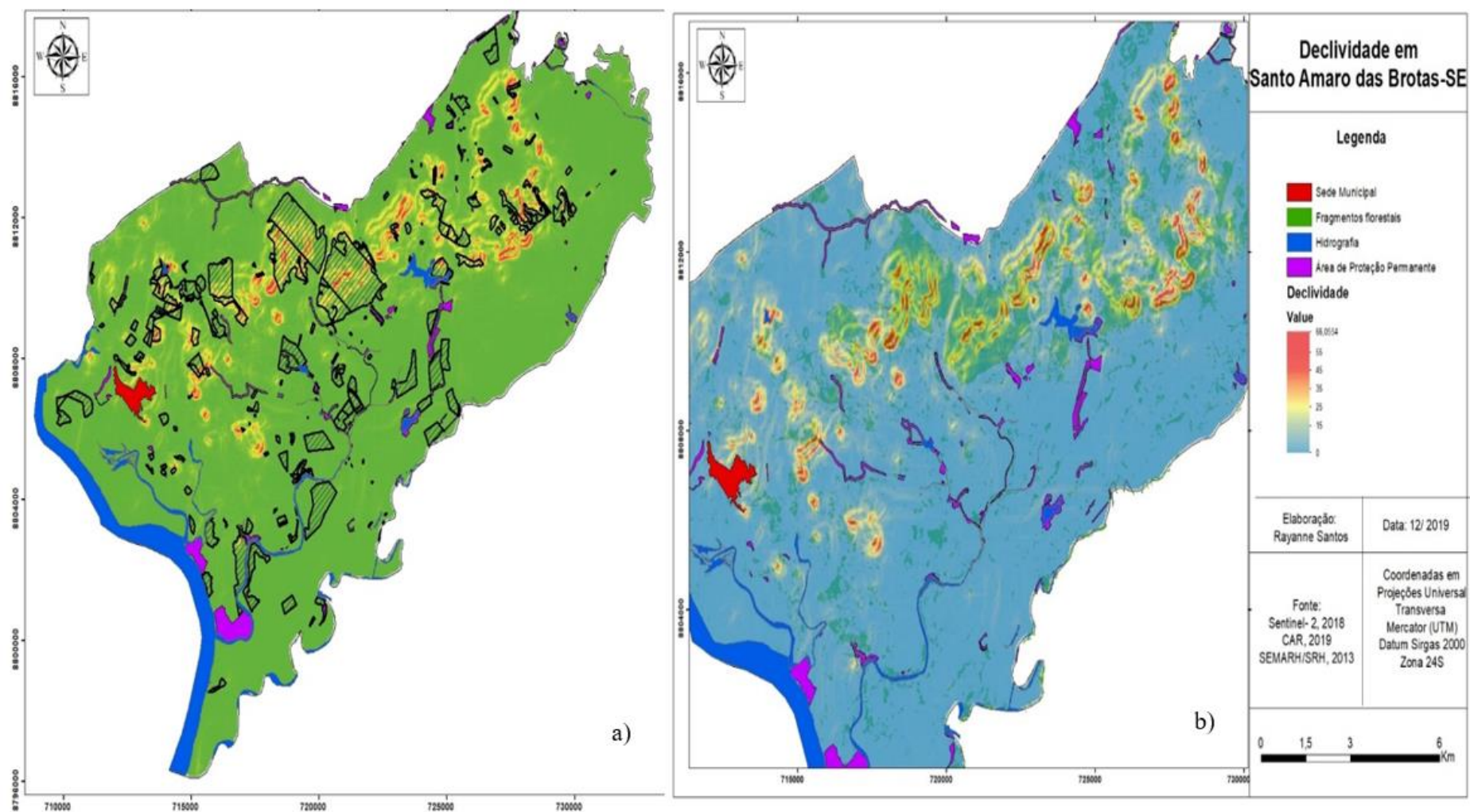


**Figura 5: Exemplos de Áreas de Preservação Permanente (CAR, 2019) destinadas à proteção dos recursos hídricos do município de Santo Amaro das Brotas, Sergipe.**

De acordo com o CONAMA 302/2002, as APPs possuem a função ambiental de preservar os recursos hídricos, paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico da fauna e flora, assim como, o bem-estar das populações humanas (CONAMA, 2002a). Entretanto, as áreas estudadas apresentam-se de forma irregular, tendo em vista que as áreas de vegetação nativa com declividade acima de 45°, assim como as margens dos rios e nascentes (BRASIL, 2012)(Figura 6a), não estão definidas como Áreas de Preservação Permanente (CAR, 2019), sendo que, o artigo 2º da Resolução CONAMA 303/2002, afirma que deve-se haver preservação da vegetação nativa, entorno de nascentes, nas margens de cursos d'água, em terrenos com declividade acima de 45° e no topo de morros e de montanhas, inclusive em áreas urbanas (CONAMA, 2002b).

Dentre os remanescentes florestais do município, foi possível observar que os fragmentos de maior extensão e maior grau de conservação estavam localizados em regiões mais elevadas (Figura 6b). Este fato pode estar relacionado ao principal uso do solo no município, as atividades agropastoris, que, de forma geral, ocupam as áreas mais planas e/ou de relevo mais suave. Isto se dá, pois em áreas com maior altitude as condições ambientais e microclimáticas (irradiação, radiações incidentes, precipitação, temperatura do ar e do solo, declividade, pressão do vento) geram grande heterogeneidade espacial da vegetação e da paisagem (USTIN et al., 2004), dificultando a utilização para atividades agrícolas, como também a expansão urbana nessas regiões mais elevadas.





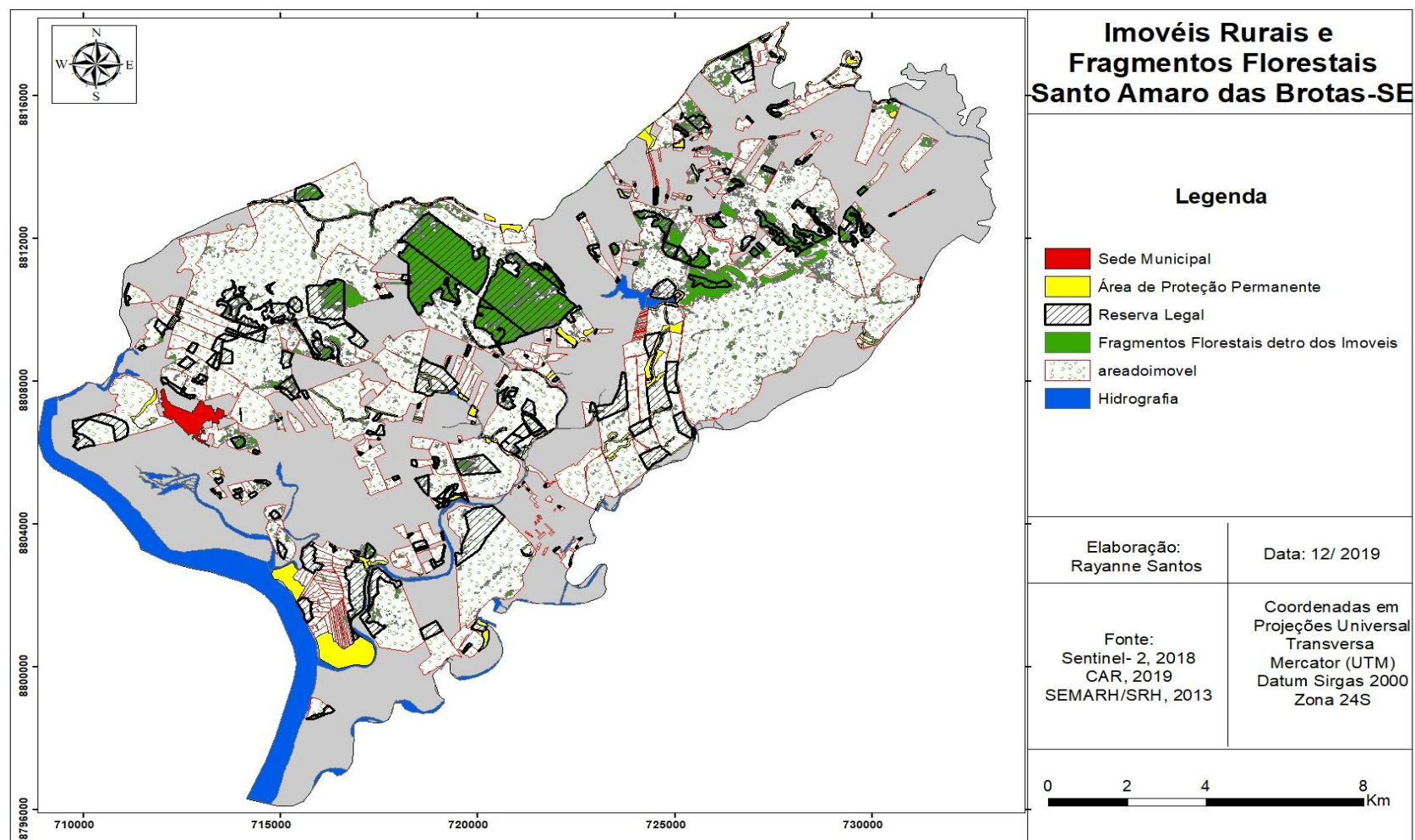
**Figura 6: Identificação das Áreas de Preservação Permanente (APP) em Santo Amaro das Brotas, Sergipe: a) Áreas de declividade; b) Localização dos fragmentos florestais em áreas sob diferentes graus de declividade.**

### 5.3.2. Áreas de reservas legais (RL)

O município de Santo Amaro das Brotas possui 326 Imóveis Rurais que iniciaram o cadastro no CAR (CAR, 2019), porém apresenta apenas 160 áreas de Reserva Legal registradas (Tabela 7). Dessas Reservas Legais, 153 ainda estão em fase de proposição e somente cinco encontram-se averbadas (Figura 7). Apesar da existência de garantias constitucionais e da legislação pertinente, que vedam a degradação ambiental, é crescente a perda de vegetação nativa, devido ao não cumprimento destas leis e à ausência de fiscalização.

*Tabela 7: Áreas de Reserva Legal presentes no município de Santo Amaro das Brotas. Fonte: CAR (2019).*

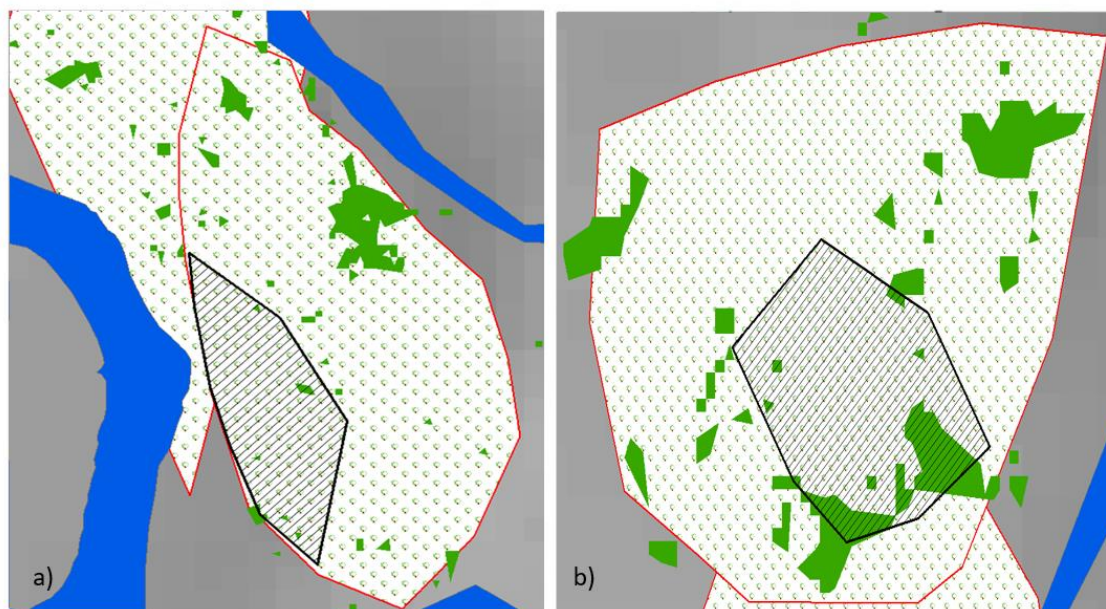
Parâmetros	Propostas	RESERVA LEGAL		
		Aprovadas, mas não averbadas	Averbadas	Total
Quantidade (N)	153	2	5	163
Área mínima (ha)	0,33	4	5,5	0,33
Área máxima (ha)	534	6	72	534
Percentual (área) (%)	92,3	0,4	7,3	100
<b>Área total (ha)</b>	<b>2.350,7</b>	<b>10</b>	<b>186,5</b>	<b>2.547,2</b>



*Figura 7: Distribuição de Reservas Legais e remanescentes florestais em Imóveis Rurais registrados no Cadastro Ambiental Rural (CAR, 2019), no município de Santo Amaro das Brotas, Sergipe.*

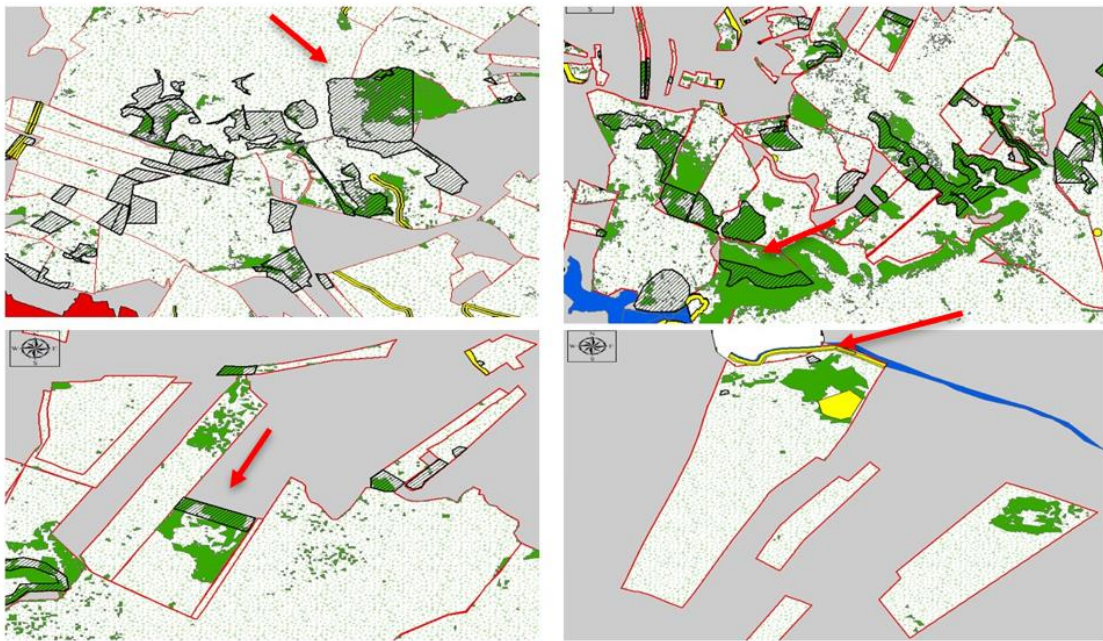


A grande maioria (95,6%) destas reservas ainda está na fase de proposição pelos donos dos imóveis junto ao Cadastro Ambiental Rural (CAR), sem previsão até o momento para sua efetiva implementação. Dentre aquelas que já foram aprovadas e não averbadas (1,2% do total), observa-se que não há cumprimento do valor mínimo estabelecido pelo Código Florestal (Lei 12.651/2012) de 20% da área do imóvel (CAR, 2019). Além disso, foram encontradas situações em que a RL aprovada (mas ainda não averbada) está localizada em uma área do imóvel sem vegetação nativa (Figura 8a), já outra RL (Figura 8b), mesmo protegendo alguns fragmentos florestais, apresenta a maior parte da sua área sem remanescentes florestais protegidos.

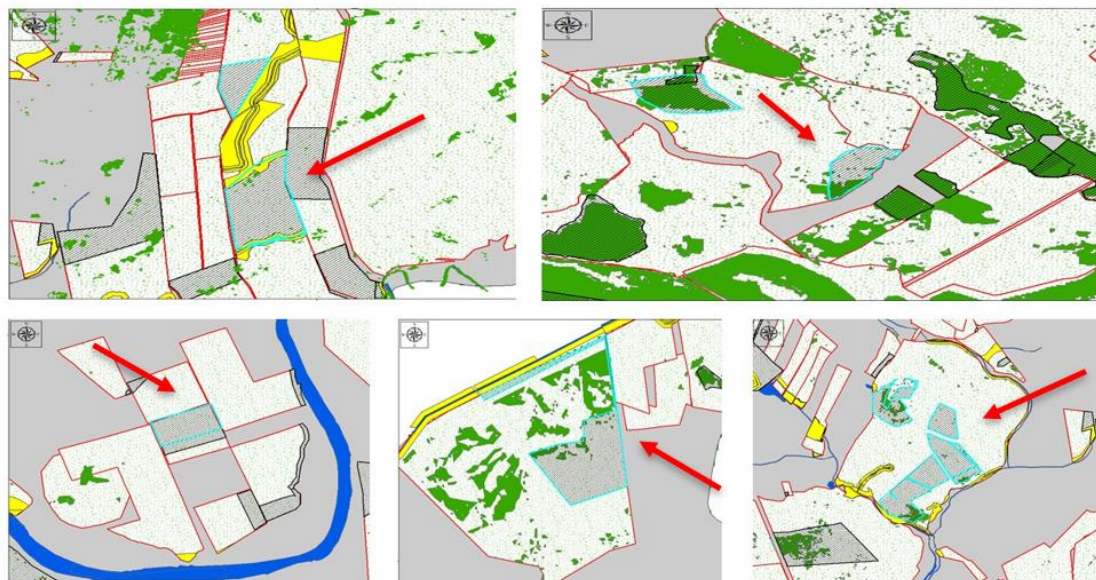


*Figura 8: Exemplos de áreas de Reserva Legal (RL) em imóveis registrados no Cadastro Ambiental Rural (CAR, 2019), no município de Santo Amaro das Brotas, Sergipe: a) RL aprovados(mas ainda não aprovada) que não engloba remanescentes florestais; b) RL possui a maior parte da sua área sem remanescentes florestais protegidos*

O inciso III do artigo 3º da Lei 12.651/2012 (Código Florestal) define a Reserva Legal como uma “área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos, como também promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa” (BRASIL, 2012). Entretanto, o objetivo de “conservação da biodiversidade”, o que, no caso em questão, passa pela conservação dos remanescentes florestais, é questionado quando se observa um fato que se repete constantemente na proposição e implementação das RLs no município: a escolha inadequada da localização e formato das áreas cadastradas. Essas, mesmo atingindo o tamanho mínimo exigido por lei (20% da área do imóvel), muitas vezes não engloba todo um fragmento florestal (Figura 9), em alguns casos seguem formatos que desviam da área de maior concentração de fragmentos da propriedade, chegando a situações em que não possuem nenhum remanescente florestal dentro da área de RL, embora existam fragmentos florestais na propriedade (Figura 10). Pergunta-se, então, qual seria a real função dessas RLs e quais estão sendo os parâmetros utilizados para selecionar essas áreas e formatos dentro do imóvel.



**Figura 9:** Exemplos de áreas de Reserva Legal em Imóveis Rurais registrados no Cadastro Ambiental Rural (CAR, 2019), no município de Santo Amaro das Brotas, Sergipe, definidas com tamanhos e formatos inadequados à proteção das áreas de remanescentes florestais.



**Figura 10:** Exemplos de áreas de Reserva Legal (RL) em imóveis registrados no Cadastro Ambiental Rural (CAR, 2019), no município de Santo Amaro das Brotas, Sergipe, com formatos irregulares e sem destinação a proteção de remanescentes florestais.

As ações de conservação florestal devem atender não só à necessidade de conexão e restabelecimento de fluxo gênico. Essas ações devem ser pensadas de maneira que as áreas mais sensíveis, e também importantes à reestruturação dessa paisagem, sejam

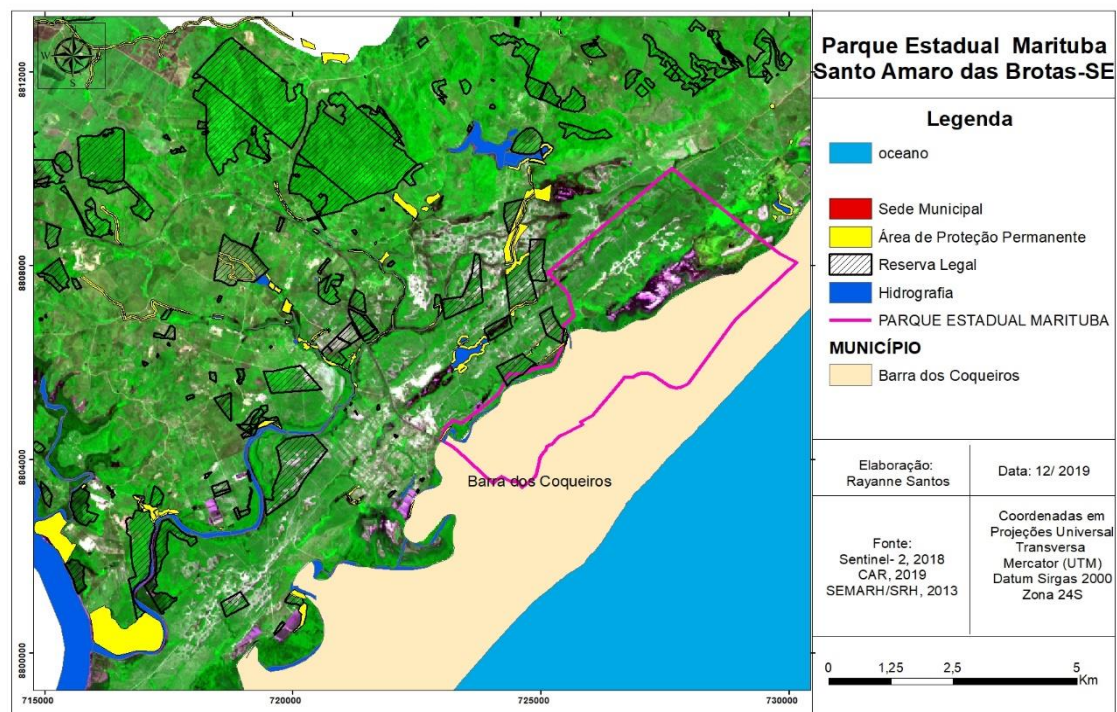


beneficiadas, considerando-se fatores importantes como aspectos físicos, econômicos e sociais da região (FORMAN; COLLINGE, 1997). Desta forma, antes da determinação de novas áreas para conservação é necessária uma maior proteção e fiscalização das áreas estabelecidas e protegidas por lei (Reservas Legais e Áreas de Proteção Permanente), pois, como observado, estas se encontram em crescente redução e fragmentação ao longo do período analisado.

### 5.3.3. Unidades de conservação

Apesar das importantes áreas de remanescentes florestais do município, até 2020, Santo Amaro das Brotas não possuía nenhuma Unidade de Conservação (UC). Somente no início do ano, mais precisamente no dia 21 de janeiro de 2020, foi sancionado o Decreto de número 40.515, o qual cria a primeira Unidade de Conservação do município, o Parque Estadual Marituba (Figura 11).

O parque abrange tanto áreas dos municípios de Barra dos Coqueiros quanto de Santo Amaro das Brotas, tendo como objetivos principais proteger ecossistemas costeiros, de relevância ecológica e beleza cênica, como também parte do aquífero Marituba, para ações de pesquisa científica, educação ambiental, ecoturismo e visitação pública (SERGIPE, 2020).

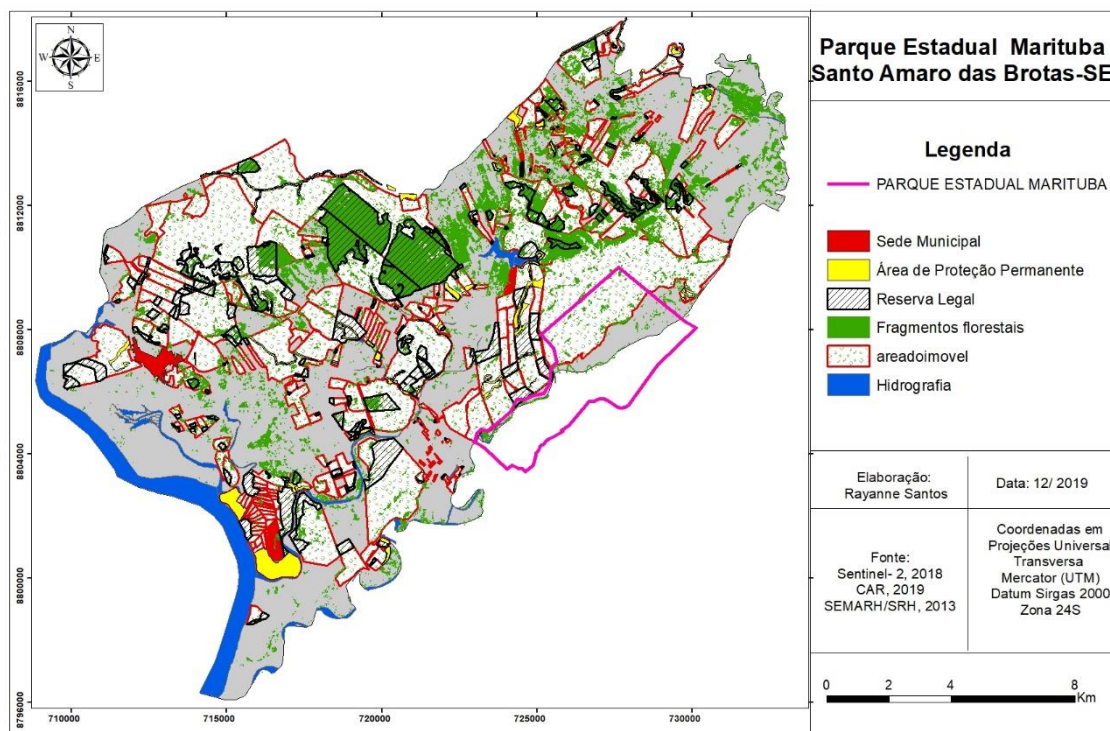


*Figura 11: Delimitação do Parque Estadual Marituba (SERGIPE, 2020), nos municípios de Barra dos Coqueiros e Santo Amaro das Brotas, Sergipe.*

Os parques constituem unidades de conservação, terrestres e/ou aquáticas, em sua maioria extensa, destinadas à proteção de áreas de alta representatividade para os ecossistemas (BRASIL, 2000). De acordo com a Lei nº 9.985/2000, os parques são áreas destinadas para fins de conservação, pesquisa e turismo, podendo ser criados em âmbito

nacional, estadual ou municipal, em terras de domínio público ou privado, sendo que as áreas particulares devem ser desapropriadas para sua implementação (BRASIL, 2000).

O Parque Estadual contará uma área de 1.754,44 ha e perímetro de 21.763,90 m, sendo a partir do momento da sua criação área de domínio público e os imóveis particulares dentro dos seus limites deverão ser desapropriados (Figura 12).



**Figura 12: Imóveis Rurais presentes no Parque Estadual Marituba em Santo Amaro das Brotas Sergipe que deverão ser desapropriados, em parte ou em sua totalidade.**

Embora não cite fontes primárias o site do Governo Federal de Sergipe afirma que, a área do PE Marituba apresenta diferentes formações vegetais, dentre elas restinga, manguezais, além de lagoas temporárias, distribuídas em áreas de dunas e paleodunas, formando uma paisagem característica da Mata Atlântica, bioma sob proteção pelo parque” (SERGIPE GOVERNO DO ESTADO, 2020).

O Governo Federal de Sergipe relata que em relação à biodiversidade, o parque protegerá uma região de elevada diversidade biológica com ocorrência de endemismos, tendo destaque a família *Eriocaulaceae*, de plantas conhecidas como “sempre-vivas”, a qual apresenta alto grau de endemismo e sofre grande pressão antrópica (SERGIPE GOVERNO DO ESTADO, 2020), além da espécie de trepadeira *Cissus pinnatifolia*, endêmica das restingas de Barra dos Coqueiros e Santo Amaro das Brotas, a qual de 25 registros, 24 estão registrados em Sergipe, e destes, 10 (41%) em Santo Amaro das Brotas (CRIA, 201). Já na fauna, registra-se na área a lagartixa-da-praia *Tropidurus hygomi*, perereca-de-bromélia, *Phyllodites punctatus* (SERGIPE GOVERNO DO ESTADO, 2020).

O site relata também que Sergipe, atualmente, conta apenas com duas Unidades de Conservação em âmbito estadual de Proteção Integral (MONA Grota do Angico e RVS Mata do Junco). O Parque Estadual Marituba foi criado pela Câmara Técnica de

Compensação Ambiental, instituída pelo Plano Estadual de Compensação Ambiental, sendo o único na zona costeira (SERGIPE GOVERNO DO ESTADO, 2020).

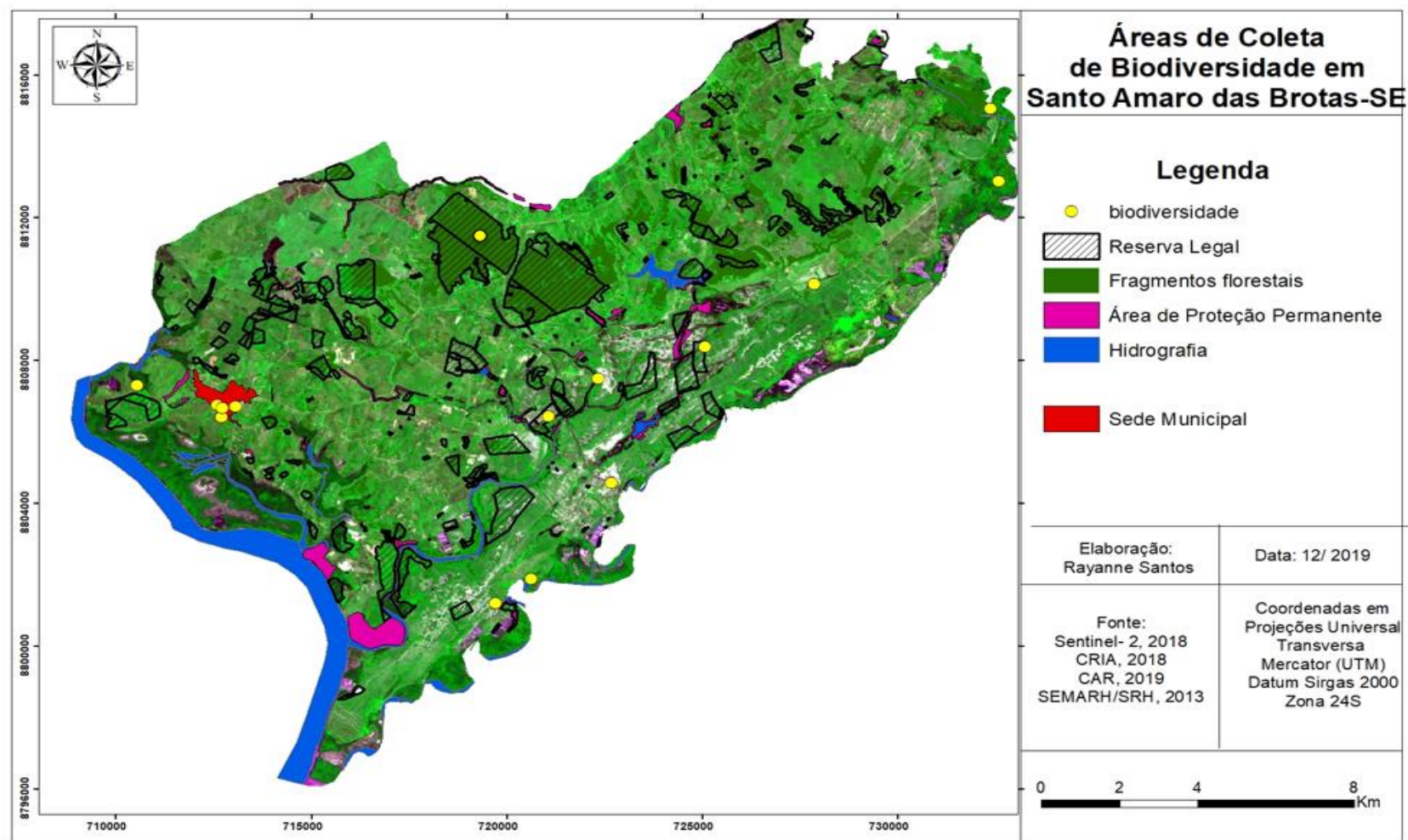
## **5.4. Definição de áreas prioritárias para a conservação**

### **5.4.1. Status da conservação da biodiversidade local**

De acordo com a base de dados do CRIA existe um total de 1.658 registros de ocorrência de espécies em Santo Amaro das Brotas (CRIA, 2018), sendo 435 delas vegetais e somente duas animais (*Aedes taeniorhynchus* e *Anopheles albitarsis*). O baixo registro de espécies representantes da fauna na região, pode estar associada à escassez de dados, seja por baixo número de pesquisas na área ou pela falta de publicação de seus resultados.

A flora do município em questão apresenta 21 espécies que são consideradas raras ou estão vulneráveis à extinção (NUNES, 2018). Dentre elas as espécies *Brodriguesia santosii*, *Cissus pinnatifolia* e *Chamaecrista cytisoides* apresentam o status de raras (GIULIETTI et al., 2009), sendo as demais classificadas como vulneráveis e com risco de extinção. O status de ameaça dessas espécies se dá em resposta à fragmentação de habitat e pela presença de extensas plantações de coco e cana de açúcar (CNCFLORA, 2018). Tendo em vista que a produção de cana de açúcar é a maior destinação para o uso do solo no município tais dados tornam-se ainda mais preocupantes em relação à conservação destas espécies.

Os pontos de áreas com maior incidência de registros de coleta estão localizados na vegetação de restinga, áreas de Mata Atlântica e próximos a sede do município (Figura 13). Entretanto, ainda são poucas as pesquisas na região quando comparado aos demais municípios de Sergipe, principalmente aquelas voltadas a fauna local, a qual apresenta um baixo número de registros, como citado anteriormente. Tratando-se dos registros de biodiversidade nos remanescentes de Mata Atlântica foram registrados, 110 espécies de plantas apenas na área de RL da PA Celso Furtado com 34 famílias diferentes, demonstrando o potencial de riqueza de espécies presente na região (SANTOS-NETO; LANDIM, 2016).



*Figura 13:Áreas do município de Santo Amaro das Brotas nas quais foram realizadas inventários da biodiversidade local (cada ponto marca uma região onde coletas de um ou mais espécimes foram realizadas). Fonte: CRIA, 2018.*



#### **5.4.2. Seleção dos fragmentos florestais prioritários para a conservação**

Estudos referentes às consequências da fragmentação florestal sobre a conservação da biodiversidade têm aumentado significativamente nos últimos anos (VIANA et al., 1996; LAURANCE; BIERREGARD, 1997). Tal aumento pode ser justificado pela constatação de que a maior parte da biodiversidade se encontra hoje localizada em pequenos fragmentos florestais, em sua maioria pouco estudado e historicamente marginalizados pelas iniciativas conservacionistas (GRADWOHL; GREENBERG, 1991).

No entanto, mesmo com o aumento da compreensão da dinâmica de ecossistemas fragmentados, existe ainda uma grande lacuna quanto ao uso desses resultados na formulação de estratégias para a conservação da biodiversidade em ecossistemas altamente fragmentados. Os principais fatores que afetam a dinâmica de fragmentos florestais, entre eles estão, tamanho, forma, grau de isolamento, e histórico de perturbações (VIANA et al., 1992). Tais fatores apresentam relações com fenômenos biológicos que afetam a natalidade e a mortalidade de biodiversidade.

A definição de remanescentes florestais prioritários para a conservação deve combinar uma análise de parâmetros que afetam a sustentabilidade dos fragmentos, além da distribuição das classes de tamanho. Isso inclui grau de isolamento, forma, nível de degradação e risco de perturbação. No município de Santo Amaro das Brotas, teoricamente, deveriam ser priorizados por um lado, os grandes fragmentos, com menor grau de isolamento, menor nível de degradação, menor risco de perturbação e contexto sociocultural favorável à implementação de áreas para conservação. No entanto, o baixo número de grandes fragmentos florestais e o elevado número de fragmentos menores aglomerados em uma área central do município teve papel importante na seleção dos fragmentos prioritários para a conservação (Figura 14).

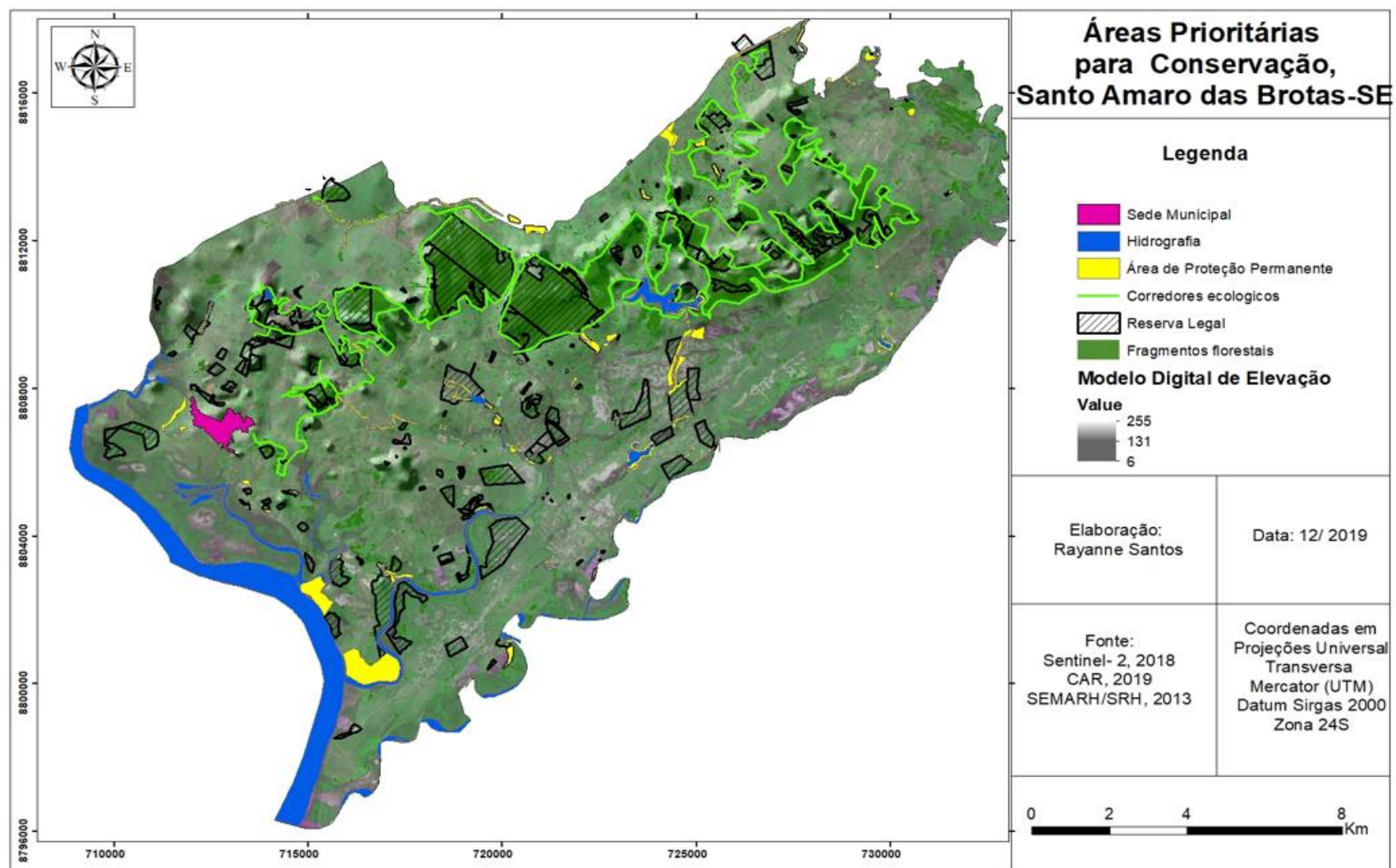


Figura 14: Fragmentos Florestais selecionados como áreas prioritárias a conservação em Santo Amaro das Brotas, Sergipe.



Como citado anteriormente (Figura 6b), os fragmentos florestais de maior extensão e melhor grau de conservação estavam localizados em regiões mais elevadas, talvez pela preferência das atividades agropastoris pelas áreas de relevo. Além disso, a topografia é um fator importante no desenvolvimento da hidrografia de uma região o que, por sua vez, tem um grande papel na manutenção e distribuição da vegetação pelo território. Entretanto, os processos hidrológicos em bacias podem vir a sofrer modificações em decorrência das ações antrópicas, como modificações na ocupação das terras, desmatamento, expansão da agropecuária e urbanização intensiva, as quais são alteradas em razão das características de cobertura e perfil do solo, podendo ocasionar prejuízos diversos, como erosão, assoreamento e enchentes. Assim, o uso do solo, com alteração da cobertura vegetal, constitui-se num dos fatores mais importantes que afetam a produção de água em áreas rurais (LIMA, 2008).

Tendo em vista todos os parâmetros analisados, foram selecionados os fragmentos localizados na área central do município dispostos em zona de maior altitude, concentrando o maior número de fragmentos dentro de áreas de Reserva Legal, incluindo os dois maiores fragmentos do município. Considerando que, dentre os critérios técnicos para a definição das áreas para restauração florestal, estão o uso atual e a ocupação histórica da paisagem, considera-se que estes fragmentos encontram-se mais aptos para implementação de propostas de conservação visando promover a conectividade e maior potencial de autorrecuperação (resiliência) e, possivelmente, vindo a sofrer um menor impacto sob a pressão constante das atividades agropecuárias que dominam a paisagem do município (RIBEIRO *et al.*, 2005).

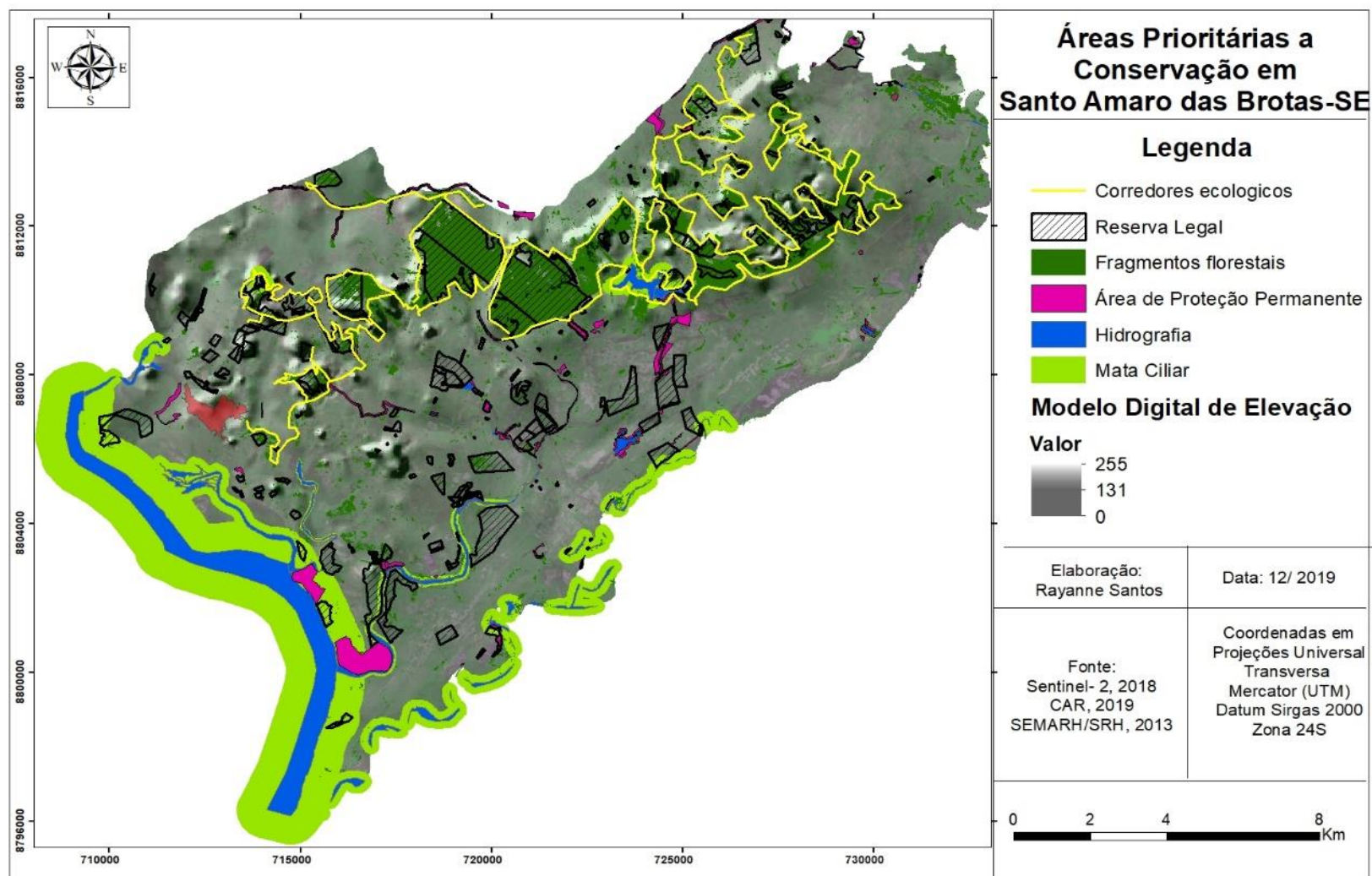
### **5.4.3. Proposta de áreas prioritárias para a conservação e recuperação da Mata Atlântica de Santo Amaro das Brotas**

Após análise e seleção das áreas prioritárias para a conservação, foram identificadas duas áreas principais para a recuperação e aumento da conectividade entre os remanescentes florestais do município, além de áreas para a implementação de APPs, inicialmente nas áreas de mata ciliar ao longo dos corpos hídricos, considerando que, como exposto anteriormente, nem todas essas áreas foram ainda delimitadas no CAR.

Os remanescentes florestais do município foram circundados por corredores ecológicos (ALTOÉ, OLIVEIRA, RIBEIRO, 2005) que buscam interligar os principais fragmentos florestais do município, conectando aqueles das propriedades que apresentam áreas registradas de RLs e APPs aos demais, juntamente com as APPs ao longo dos principais corpos hídricos, descrita no parágrafo anterior (Figura 15).

Esses corredores tiveram como o objetivo possibilitar o trânsito de espécies da fauna entre fragmentos próximos, funcionando como *stepping stones* (pontos de conexão) entre fragmentos maiores, viabilizando o fluxo e as trocas gênicas (FORMAN, 1983). O conceito de corredor ecológico é aplicado em diversas escalas, desde conectar dois pequenos fragmentos entre si até a ligação de duas ou mais áreas protegidas (ARRUDA, 2005).

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) (Lei nº 9.985/2000), contém o conceito de corredores ecológicos apenas para a conectividade de Unidades de Conservação. No entanto, os corredores ecológicos implementados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), pela Conservação Internacional, entre outras instituições no Brasil, são considerados unidades de planejamento em escala ecossistêmica, ou seja, vindo a englobar grandes blocos de paisagem (MMA, 2007). Sendo assim, o conceito de corredores ecológicos aplicado pelo IBAMA abrange ecossistemas naturais ou seminaturais que visam mitigar os efeitos da fragmentação dos ecossistemas e conectar populações biológicas e áreas protegidas, geridos como uma unidade de planejamento, com o objetivo de conservar a biodiversidade, promover o uso sustentável dos recursos naturais e a repartição igualitária das riquezas para a presente e as futuras gerações (MMA, 2007).



*Figura 15: Proposição de Corredores Ecológicos, englobando remanescentes florestais e áreas de Mata ciliar (APPs) como áreas prioritárias para a conservação no município de Santo Amaro das Brotas, Sergipe.*

É sabido que áreas com pequenos fragmentos florestais tendem a possuir poucos indivíduos da mesma espécie entre as populações de plantas, principalmente árvores, gerando percentual considerável de endogamia e alta probabilidade de extinção das espécies nos locais (COSTA, 2003). Entretanto, quando manejados, esses pequenos remanescentes podem funcionar como *stepping stones*, áreas de hábitat dispersas pela matriz. Isto, para algumas espécies, pode facilitar os fluxos gênicos entre fragmentos, sendo possível o aumento no nível de heterogeneidade da matriz e atuar como refúgio para espécies que requerem ambientes com condições particulares, que ocorrem nessas áreas (ALMEIDA, 2008). Portanto, fragmentos pequenos, principalmente quando próximos dos grandes núcleos de biodiversidade, cumprem funções relevantes ao longo da paisagem. Em longo prazo, quando adequadamente preservados e/ou com o estabelecimento de corredores ecológicos, podem expandir-se, tornando-se ainda mais importantes.

As Áreas de Preservação Permanente das margens de cursos d'água e nascentes, de acordo com o Código Florestal Brasileiro (Lei Nº 4771/65) e a Resolução CONAMA Nº 303/02, devem percorrer todas as margens de qualquer curso d'água perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular. Entretanto, como foi visto anteriormente (Figura 15), tal fato não se encontra em vigor no município estudado, uma vez que o mesmo apresenta apenas pequenos fragmentos cadastrados como APPs ao redor de alguns corpos hídricos e remanescentes florestais, não cumprindo os parâmetros legais. Sendo assim, foi proposta, através da criação de um *buffer* realizado no *software ArcGIS*, as áreas de mata ciliar a serem conservadas ao redor dos corpos d'águas, assim como previsto pela legislação, proporcionalmente a largura dos corpos hídricos.

SPELLEBERG e SAWYER (1999), afirmam que fragmentos florestais inclusos no sistema de corredores ecológicos proposto e a, nova configuração da paisagem, levem ao aumento da conexão entre os fragmentos, além do aumento da área florestada, a reconstituição da mata ciliar, a redução do grau de fragmentação e, por fim, mas não menos importante, a melhoria da conservação do solo. Todavia, de acordo com YOUNG (2000) seria impossível recuperar essas áreas ao ponto de retornar ao ecossistema original devido a constante pressão que elas ainda sofrem pelas atividades econômicas realizadas no município, porém espera-se que seja possível reverter alguns processos ecológicos, perda de habitats e reduções populacionais.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível constatar a crescente perda de vegetação nativa no município de Santo Amaro das Brotas, vegetação que vem sendo substituída, no decorrer das últimas décadas, por cultivos agrícolas e pastagens. Ao mesmo tempo, além de reduzidas em extensão, as áreas de Mata Atlântica encontram-se cada vez mais fragmentadas. Tal fato fica ainda mais evidente quando se observa que mesmo as áreas teoricamente protegidas pela legislação, como áreas de Reserva Legal e de Preservação Permanente, vêm sendo gradativamente degradadas.

Desta forma, foi possível concluir que as técnicas de geoprocessamento permitiram a análise e o mapeamento das áreas mais afetadas pela expansão das atividades agropecuárias e, conseqüentemente, pela fragmentação florestal. Estas ferramentas, de forma prática e rápida permitiram auxiliar eficientemente o direcionamento da seleção de áreas prioritárias para a conservação.

Dentre os métodos analisados, os corredores ecológicos foram a melhor forma de facilitar o fluxo gênico entre populações de fragmentos isolados. Entretanto, a determinação destes por meios do geoprocessamento, deve ser utilizada apenas como base para análises prévias para determinar a viabilidade. Isto pois, o processo de estabelecimento de um corredor ecológico envolve diversas outras variáveis mais complexas, como a desapropriação de propriedades privadas, a necessidade de mudanças de comportamento dos órgãos sociais, dentre outras questões socioeconômicas (ALTOÉ; OLIVEIRA; RIBEIRO, 2005).

Sendo assim, é fundamental ressaltar a necessidade de maior envolvimento e interação dos órgãos gestores e fiscalizadores com as questões ambientais do município, na tentativa de barrar as agressões ambientais observadas, principalmente aquelas sobre os fragmentos florestais, cada vez mais reduzidos e degradados.

Visando o incentivo à conservação das áreas de vegetação nativa no município, prevista por lei, faz-se necessário que essas áreas sejam respeitadas e que novas áreas de conservação ambiental sejam criadas, como, por exemplo, novas Áreas de Preservação Permanente, Unidades de Conservação e corredores ecológicos, além da implantação do corredor proposto neste estudo.

Além disso, os órgãos gestores devem maximizar o uso das geotecnologias, de forma a auxiliar no planejamento da gestão e controle da degradação ambiental, pois estas permitem uma maior otimização de tempo e recursos para a manutenção da integridade das áreas protegidas e o monitoramento mais eficiente, visando a prevenção de novas degradações ambientais.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C. G. **Análise espacial dos fragmentos florestais na área do Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná**. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.

ALTOÉ, R. T.; OLIVEIRA, J. C.; RIBEIRO, C. A. A. S. Sistema de Informações Geográficas na Definição de Corredores Ecológicos para o Município de Conceição da Barra - ES. In: **XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2005, Goiânia. XII SBSR Anais 2005, p. 1995-2002. 2005.

ARRUDA, M. B. **Gestão integrada de ecossistemas aplicada a corredores ecológicos**. Brasília. Edições Ibama, 2005.

Atlas de desenvolvimento humano do Brasil de. 2013. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>>. Acesso em: maio de 2019.

BAKER, W.L.; CAI, Y. The role programs for multiscale analysis of landscape structure using the GRASS geographical information system. **Landscape Ecology**, v.7, p.291-302, 1992.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988

BRASI. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. **Sistema Nacional de Unidade de Conservação da Natureza – SNUC**: 3. ed. aum. Brasília: MMA/SBF.52p. 2000

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Lei n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília, DF, 2006.

BRASIL. **Decreto Federal nº 6.660**, de 21 de novembro de 2008. Regulamenta dispositivos da Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Brasília, DF, 2008. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6660.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6660.htm)>. Acesso em: 16 nov. 2019.

BRASIL. **Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União, 28 maio 2012. Disponível em: . Acesso em: 25 jan. 2020.

CADASTRO AMBIENTAL RURAL. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/desenvolvimento-rural/cadastro-ambiental-rural>>. Acesso em: 15 de novembro. 2019.

CALEGARI, L.; MARTINS, S. V.; GLERIANI, J. M.; SILVA, E.; BUSATO, L. C. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. **Revista Árvore** (Impresso), v. 34, n.5, p. 871-880, 2010.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V; DRUCK, S.; CARVALHO, M. S. Análise Espacial e Geoprocessamento. In: Suzana Druck; Marília Sa Carvalho; Gilberto Câmara; Antônio Miguel Vieira Monteiro. (Org.). In: **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: EMBRAPA, v. 1, p. 19-52. 2004.

- C. J. B. de Carvalho & E. A. B. Almeida (Org.). **Biogeografia da América do Sul: padrões e processos**. São Paulo, Editora Roca, 306 p., 2011.
- CARVALHO, A R; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. Relações a Atividade Agropecuária com Parâmetros Físicos Químicos Da Água. **Química Nova**, p. 23. 2000
- CNPQ. Identificação e caracterização das áreas remanescentes de Mata Atlântica em Santo Amaro das Brotas. Universidade Federal de Sergipe, Campos São Cristóvão. 2019.
- CNCFLORA. **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em Abril de 2018.
- COLLINS, M.G.; STEINER, F.R.; RUSHMAN, M.J. Land-use suitability analysis in the United States: historical development and promising technological achievements. **Environmental Management**, v.28, n.5, p.611-621, 2001.
- COSTA, R. B. **Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na região Centro-Oeste**. Campo Grande: UCDB, p 246. 2003.
- COUTO, P. Investigação factorial aplicada a métricas da paisagem definidas em FRAGSTATS. Associação Portuguesa de Investigação Operacional. V. 24. p. 104-137. 2004.
- CRIA, **Centro de Referência em Informação Ambiental, SpeciesLink**. Disponível em <<http://www.splink.org.br/>>. Acesso em 11/06/2018.
- DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. Companhia das Letras, São Paulo. p. 484. 1996.
- DUNSTER, J.; DUNSTER, K. **Dictionary of natural resource management**. Vancouver: University of British Columbia, 379p. 1996.
- EMBRAPA. **Centro de Pesquisas Pedológicas. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Sergipe**. Recife, 431-471 p. 1975
- EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. Satélites de Monitoramento. Campinas: **Embrapa Monitoramento por Satélite**, 2013. Disponível em: <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- EUGENIO, F.C *et al.* **Identificação de áreas de preservação permanente no município de Alegre utilizando geotecnologia**. Cerne; 17(4): 563-571. 2011
- FAIRBANKS, D.H.K.; REYERS, B.; VAN J. A.S. Representação de espécies e meio ambiente: seleção de reservas para a retenção da diversidade aviária em KwaZulu-Natal, África do Sul. **Conservação Biológica** 98: 365-379. 2001.
- FÁVERO, O. A. **Paisagem e Sustentabilidade na Bacia Hidrográfica do rio Sorocaba (SP)**. 330 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- FERNANDES, M. R. M. ; FERNANDES, M. M. ; ALMEIDA, A. Q. ; GONZAGA, M. I. S. ; GONCALVES, F. G. . Ecologia da Paisagem de uma Bacia Hidrográfica dos Tabuleiros Costeiros do Brasil. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. 1-9, 2017.
- FORMAN, R.T.T. Corridors in a landscape: their ecological structure and function. **Ekológia (CSSR)**, v.2, n.4, p.375-387, 1983.
- FORMAN, R. T.T., COLLINGE, S. K. Nature conserved in changing landscapes with and without spatial planning. Elsevier Science B.V. All right:: reserved. **Landscape and Urban Planning**. p.129-135. 1997.

- FRANCO, F. S. et al. Quantificação de erosão em sistemas agroflorestais e convencionais na zona da mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**.p.751–760. 2002
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica – período 2015-2016. São Paulo: **Fundação SOS Mata Atlântica; Inpe**, 2016. Disponível em: [http://mapas.sosma.org.br/site\\_media/download/atlas\\_2015-2016\\_relatorio\\_tecnico\\_2017pdf](http://mapas.sosma.org.br/site_media/download/atlas_2015-2016_relatorio_tecnico_2017pdf)>. Acesso em: 27 jun. 2019.
- GENELETTI D., Using spatial indicators and value functions to assess ecosystem fragmentation caused by linear infrastructures. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**. 5 ,1-15, 2004
- GIULIETTI, A.M. Rapini A, Andrade M.J.G, Queiroz L.P, Silva J.M.C. Plantas raras do Brasil. Belo Horizonte, Conservação Internacional & Universidade Estadual de Feira de Santana. 2009.
- GRADWOHL, J.; GREENBERG, R. Small forest reserves: making the best of a bad situation. **Climatic change**, v. 19, p. 235-256, 1991
- GRAPHPAD SOFTWARE INC., 2007. Disponível em: <http://www.graphpad.com/quickcalcs/ConfInterval1.cfm>.> Acesso em: 10 de ago. 2019
- HAMMER, Ø., D. **Harper and P. Ryan. Paleontological statistics software: package for education and data analysis. Palaeontol. Electron.**, 2015
- HOTT, M.C.; GUIMARÃES, M.; MIRANDA, E.E. Método para a determinação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros para o Estado de São Paulo, com base em geoprocessamento. Campinas: **Embrapa Monitoramento por Satélites**. 2004.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010. Resultados gerais da amostra**. Rio de Janeiro: 2012.
- IBGE. **Produção Agrícola Municipal - Disponível-** site IBGE. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/cgi-bin/prtabi>. Acesso em: 10 dez. 2019
- IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed., Rio de Janeiro: IBGE, p.172. 2013. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2018
- RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Orgs.) Pacto para a restauração ecológica da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: **Instituto BioAtlântica**, 256 p. 2009
- INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. SGI 2.5 – Introdução ao Sistema de Informações Geográficas – SGI. **Imagem Geosistemas**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2019.
- IPEA. **Instituto de Pesquisa Econômica**. Livro discute as mudanças no Código Florestal Brasileiro. 2016. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=28967](https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=28967) Acesso em: 15 dez. 2019.
- JUVANHOL, R.S.; FIEDLER, N.C.; SANTOS, A.R.; PIROVANI, D.B.; LOUZADA, F.L.R.O.; DIAS, H.M. et al. Análise espacial de fragmentos florestais: caso dos Parques Estaduais de Forno Grande e Pedra Azul, estado do Espírito Santo. **Revista Floresta e Ambiente**. 2011.



- KANGAS, J.; ALHO, J.; KOLEHMAINEN, O.; MONONEN, A. Analyzing consistency of experts' judgments – case of forest biodiversity. *Forest Science*, v.44, p.603-609, 1998.
- LANDIM, M. F.; SIQUEIRA, E. R. Caracterização florística e ecológica da mata atlântica de Sergipe. In: Edmar Ramos de Siqueira; Francisco Elias Ribeiro. (Org.). In: **Mata Atlântica de Sergipe. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 2001, v. , p. 9-50. 2001a.
- LANDIM, M. F.; SIQUEIRA, E. R.. **Perspectivas de conservação dos remanescentes de mata atlântica de Sergipe In Mata Atlântica de Sergipe, (ed.) Edmar Ramos de Siqueira; Francisco Elias Ribeiro. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. v. , p. 127-132. 2001b.**
- LAURANCE, W.F.; **BIERREGARD, R.O., ed. Tropical forest remnants**. Chicago: University of Chicago Press, 615p. 1997.
- LIMA, W. P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: ESALQ. 2008.
- LORD, J.M.; NORTON, D.A. **Escala e o Conceito Espacial de Fragmentação. Conservation Biology**, 1990.
- LOUSADA, G. **ANÁLISE GEOECOLÓGICA DA DINÂMICA DA PAISAGEM DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: Uma Proposta de Rotina para o Uso da Superfície Modelada**. 2017.
- MCGARIGAL, K.; ENE, E. **Fragstats: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps**. 2012. Disponível em: <<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>>. Acesso: 20 de nov. 2019.
- MCGARIGAL, K; MCCOMB, WC. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Portland (OR): **USDA Forest Service, Pacific Northwest Research station; General Technical Report PNW-GTR-351**. 2002
- MALCZEWSKI, J. GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. **Progress in Planning**, v.62, p.3-65, 2004.
- MATEO, J. M. & SILVA, E. V. **Geoecologia das Paisagens: uma Visão Geossistêmica da Análise Ambiental**, Edições UFC, Fortaleza. 2007
- MENDEZ, R. V et al. **Soil erosion and runoff in different vegetation patches from semiarid Central Mexico**. *Catena* p.162–169. 2010.
- METZGER, J.P. **Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. Anais da Academia Brasileira de Ciências**, p. 445-463. 1999.
- MEZZOMO, M. D. M. **Planejamento da Paisagem e Conservação da Natureza em RPPN's na Bacia Hidrográfica do Rio Mourão, Paraná**. 2013. 264 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-Being: Health Synthesis**. 63-137p. 2005.
- MMA. **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília: MMA/SBF, 404 p. 2002.

MMA. Corredores Ecológicos - experiências em planejamento e implementação / **Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas.** – Brasília-RIBEIRO, M.; 2007

NUNES, R.M. **Análise da conservação dos remanescentes de Mata Atlântica em Santo Amaro das Brotas, SE.** Projeto de Iniciação Científica. Universidade Federal de Sergipe. 2018.

RIBEIRO C.A.A.S et al. **O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente.** Revista Árvore; 29(2): 203-212. 2005.

RODRIGUES, R. R.; PEASE, A.; DIEDERICHSEN, A.; COSTA, S.; BRANCALION, P. H. S.; SANTIAMI, E.; PEREIRA, G.; GUIMARÃES, J.; KOCK, R.; A restauração da Mata Atlântica apoiada em Sistemas de Informações Geográficas. In: Paese, A., Uezu, A., Lorini, M.L., Cunha, A., eds. **Conservação da biodiversidade com SIG**, São Paulo: Oficina de Textos, 2012. cap.3, p.40-41.

SANTOS, C. A.G.; SILVA, R. M.; SRINIVASAN, V. S. Análise das perdas de água e solo em diferentes coberturas superficiais no semi-árido da Paraíba (Analysis of soil and water losses in different surface coverage in semiarid region of Paraíba). **Revista Okara.** p.16–32. 2007.

SANTOS, A. L. C. **Diagnóstico dos fragmentos de Mata Atlântica de Sergipe através do sensoriamento remoto.** 74 f. 2009. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Biológicas, Ciências Biológicas, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2009. Disponível em: <[https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/4287/1/ANDRE\\_LUIZ\\_CONCEICAO\\_SANTOS.pdf](https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/4287/1/ANDRE_LUIZ_CONCEICAO_SANTOS.pdf)>. Acesso em: 02 jun. 2018.

SANTOS-NETO, A.M.; LANDIM, M. F. Análise Da Diversidade Florística E Conservação De Um Remanescente De Mata Atlântica No Município De Santo Amaro Das Brotas, SE. **67º Congresso Nacional de Botânica.** 2016.

SAUNDERS, D, HOBBS, J.R., MARGULES C. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. **Conservation Biology.** 18 - 32.p. 1991.

SEPLAG. **Enciclopédia Dos Municípios Sergipanos.** Edição: Washington Luiz de Góes. Sergipe. 2014

SEPLANTEC. Secretaria De Estado Do Planejamento E Da Ciência E Tecnologia. **SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS E PESQUISAS-SUPES.** Informes Municipais: Aracaju, v.75. 2000

SERGIPE. **Decreto de Criação do Parque Estadual Marituba 21 de janeiro de 2020, disposto na Lei n 8.496,** de 28 de dezembro de 2018. 2020.

SERGIPE GOVERNO DO ESTADO. **Parque Estadual Marituba é um marco histórico para preservação da reserva de água doce do estado.** Publicação : 29 de Janeiro de 2020. Acesso em: <[https://www.se.gov.br/noticias/Governo/\\_parque\\_estadual\\_marituba\\_e\\_um\\_marco\\_historico\\_para\\_preservacao\\_da\\_reserva\\_de\\_agua\\_doce\\_do\\_estado\\_diz\\_belivaldo](https://www.se.gov.br/noticias/Governo/_parque_estadual_marituba_e_um_marco_historico_para_preservacao_da_reserva_de_agua_doce_do_estado_diz_belivaldo)>. Acesso em: 03 fev. 2020.

SILVA, J. M. C.; CASTELLETTI, C. H. M. Status of the biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil. In **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats,**

- and outlook.** GALINDO-LEAL, Carlos; CÂMARA, Ibsen de Gusmão. Center for Applied Biodiversity Science and Island Press, Washington, p.43-59. 2003
- SILVA, J. M. C.; SOUSA, M. C.; CASTELLETTI, C. H. M. Areas of endemism for passerine birds in the Atlantic Forest. **Global Ecology and Biogeography** p. 85-92, 2004.
- SPELLEBERG I.F., Sawyer JWD . **An introduction to applied biogeography.** Cambridge: Cambridge University Press. 1999.
- STORE, R.; KANGAS, J. Integrating spatial multi-criteria evaluation and expert knowledge for GIS-based habitat suitability modelling. **Landscape and Urban Planning**, v.55, p.79-93, 2001.
- TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C.; P., Luiz P.; BEDE, L. C. Desafios e oportunidades para a conservação da Mata Atlântica. **Megadiversidade**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p.132-138, jul. 2005.
- TUCCI, C. E. M.; CLARKE, R. T... Impacto Das Mudanças Da Cobertura Vegetal No Escoamento: Revisão. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [s. L.], v. 2, n. 1, p.135-152, jan. 1997.
- UEZU, A.; BEYER, D. D.; METZGER, J. P. Can agroforest woodlots work as stepping stones for birds in the Atlantic forest region?. **Biodiversity and Conservation**. Oxford. 2008.
- VIANA, V.M.; TABANEZ, A.A.J.; MARTINS, J.L.A. Restauração e manejo de fragmentos florestais. In: **CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS**, 2, São Paulo, 1992. Anais. São Paulo: Instituto Florestal de São Paulo. p. 400-407. 1992
- VIANA, V.M.; TABANEZ, A.A.J. Biology and conservation of forest fragments in the Brazilian Atlantic moist forest. In: **Forest patches in tropical landscapes**. Washington: Island Press. p. 151-167. 1996.
- VIEIRA, S. **Estatística básica**. São Paulo, SP: Cengage Learning. p. 176. 2012
- VOLOTÃO, C. F. S. **Trabalho de análise espacial - métricas do Fragstats. Trabalho de análise espacial do curso de mestrado do INPE** - São José dos Campos, São Paulo – SP, 1998.
- USTIN, R. D., OGUNJEMIYO, S. et al. 2004. **Ecosystems** . 7: 545. 2004
- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Earth Explorer** – Sentinel-2 Imagery. 2018.
- WILLIAMS, B.K.; NICHOLS, J.D.; CONROY, M.J. 2002. **Analysis and management of Animal populations**, Academic press. San Diego. 817pp.
- YOUNG, A. G.; BOSCHER, D.; BOYLE, T. J. **Forest Conservation Genetics: principles and practice**. CSIRO Publishing, p. 352. 2000